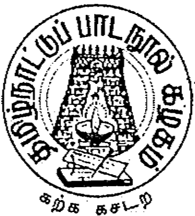
மின்னணு சாதனங்கள்

கருத்தியல்

தொழிற்கல்வி

மேல்நிலை - முதலாம் ஆண்டு

தீண்டாமை ஒரு பாவச்செயல்
தீண்டாமை ஒரு பெருங்குற்றம்
தீண்டாமை மனிதத்தன்மையற்ற செயல்



தமிழ்நாட்டுப்
பாடநூல் கழகம்
கல்லூரிச் சாலை, சென்னை – 600 006.

முதற்பதிப்பு - 2010

குழுத் தலைவர்

திரு. R. திருநாவுக்கரசு
மூத்த விரிவுரையாளர்
பி.டி.லீ.சி.என். பல்தொழில் நுட்ப கல்லூரி,
வேப்பேரி, சென்னை - 600 007.

நூலாசிரியர்கள்

திரு. அ. இதயச்செல்வன்
தொழிற்கல்வி ஆசிரியர்,
அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி,
மேட்டூர் அணை - 636 401.
சேலம் மாவட்டம்

திரு. வி. ரமணசுந்தரம்
தொழிற்கல்வி ஆசிரியர்,
ஜெனரல் கரியப்பா மேல்நிலைப் பள்ளி
சாலிகிராமம்,
சென்னை - 600 093.

பாடங்கள் தயாரிப்பு : தமிழ்நாடு அரசுக்காக
பள்ளிக் கல்வி இயக்ககம், தமிழ்நாடு.

இந்நூல் 60 ஜி. எஸ். எம். தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர் :

தொழிற்கல்வி

மின்னணு சாதனங்கள் - கருத்தியல்

11ம் வகுப்பு பாடத்திட்டம்

அலகு 1 : அடிப்படை மின்னியல் தத்துவங்கள்

அறிமுகம் - மின்னியல் அடிப்படைகள் - அடிப்படை மின்னியல் அளவுகள் - மின்னோட்டம் - மின்னழுத்தம் - மின்தடை - ஓம் விதி - வேலை - மின்னியல் வேலை - சக்தி - மின் பளு - மின்னியல் சுற்று - தொடர் சுற்று - பக்க சுற்று.

மின்தடை - மின்தடை விதிகள் - மின்தடை தொடர் இணைப்பு - பக்க இணைப்பு - மின் தடைகளின் பிரிவுகள் - வகைகள்.

மின்கலம் - தொடர் இணைப்பு - பக்க இணைப்பு

மின்தேக்கி - கட்டமைப்பு - மின்தேக்கி செயல்பாடு - பிரிவுகள் - வகைகள் - மின்தேக்கிகள் தொடர் இணைப்பு - பக்க இணைப்பு - AC சுற்றுகளில் மின் தேக்கியில் செயல்பாடு

காயில்கள் - AC மற்றும் - DC சுற்றுகளில் காயில்களின் செயல்பாடு

டிரான்ஸ்ஃபார்மர் கட்டமைப்பு வகைகள் - சக்தி மாற்றி - மைக்ரோஃபோன் - ஸ்பீக்கர்

ஒ வாங்கி - ஒ பெருக்கி - வகைகள்

அலகு 2 : அடிப்படை மின்னணுவியல் தத்துவங்கள்

அறிமுகம் - மின்னணுவியல் - அணு அமைப்பு - எலக்ட்ரான் ஆற்றல் - இணைதிறன் எலக்ட்ரான் - ஃப்ரீ எலக்ட்ரான் - எலக்ட்ரான் வெளியீடுகள் - செயலாற்றும் உறுப்புகள் - வால்வுகள்

போர் அணுமாதிரி - குறைகடத்திகள் - அறிமுகம் - தத்துவம் - இணைப்பு முறை - பொதுவான குறை கடத்திகள் - ஹோல் மின்னோட்டம் - எலக்ட்ரான் மின்னோட்டம் - ஆற்றல் பட்டைகள் - விளக்கங்கள் - இன்ட்ரின்சிக் குறை கடத்தி - எக்ஸ்டிரின்சிக் குறை கடத்தி - "N" மற்றும் "P" வகை குறை கடத்தி உருவாக்கம்.

PN சந்திப்பு

அலகு 3 : குறைகடத்தி சாதனங்கள்

அறிமுகம் - குறைகடத்தி டையோடு - குணாதிசயம் - அரை அலை அலைதிருத்தி - முழு அலை திருத்தி - பிரிட்ஜ் அலை திருத்தி - வடிகட்டி சுற்று

ஜீனர் டையோடு - குணங்கள் - பிரேக்டவுன், அவலான்சி - வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் (IC) - வோல்டேஜ் இருமடங்காக்கி

அலகு 4 : டிரான்சிஸ்டர் - பெருக்கிகள்

அறிமுகம் - டிரான்சிஸ்டர் PNP, NPN குணநலன்கள் - பயாசிங் - டிரான்சிஸ்டர் ஒரு பெருக்கி - CB, CC, CE இணைப்புகளின் செயல்பாடுகள்

பெருக்கிகள் இணைப்பு முறை - வகைகள் - RC இணைப்பு - மின்மாற்றி இணைப்பு

மின்னழுத்தம் மற்றும் பவர் பெருக்கிகள் - கிளாஸ் A, B, AB, C பெருக்கிகள் - காம்பிளிமெண்டரி சிமெட்ரி

பெருக்கிகளில் ஏற்படும் குலைவு - இரைச்சல்

ஃபீடு பேக் பெருக்கி - +ve மற்றும் -ve ஃபீடுபேக் பெருக்கி

அலகு 5 : தனிவகை குறைகடத்தி சாதனங்கள்

அறிமுகம் - LED - LDR - LCD - போட்டோ டயோடு - சூரிய மின்கலம்

UJT - FET - MOSFET - செயல்பாடுகள்

SCR - TRIAC - DIAC - IGBT - செயல்பாடுகள்

அலகு 6 அலையாக்கிகள்

அறிமுகம் - பர்க்காசன் நிபந்தனை - அலையாக்கிகளின் பிரிவுகள் - சினுசாய்டல் - நான்சினுசாய்டல்

சினுசாய்டல் அலையாக்கிகளின் வகைகள் - ஹார்ட்லே அலையாக்கி - கால்பிட்ஸ் அலையாக்கி - RC பேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கி - கிறிஸ்டல் அலையாக்கி

நான் சினுசாய்டல் அலையாக்கிகள் - மல்டி வைப்ரேட்டர்கள் - அறிமுகம்

அலகு 7 : பண்பேற்றம், பண்பிறக்கம்

அறிமுகம் - வானொலி - தொலைக்காட்சி - ஒலிபரப்பு மற்றும் சிக்னல் பெறும் தத்துவங்கள் - பண்பேற்ற வகைகள் - வீச்சு பண்பேற்றம் - அலை பண்பேற்றம்.

பண்பிறக்கம் - பண்பிறக்கத்தின் அவசியங்கள்

அலகு 8 : டிஜிட்டல் மின்னணுவியல்

அறிமுகம் - அனலாக் சிக்னல் - டிஜிட்டல் சுற்றுகள் - அனலாக் மற்றும் டிஜிட்டல் வேறுபாடுகள்

அறிமுகம் - எண்முறைகள் - பைனரி - டெசிமல் - ஆக்டல் - ஹெக்சா டெசிமல்

லாஜிக்கேட்டுகள் - அடிப்படை கேட்டுகள் கட்டமைப்பு - பூலியன் இயற்கணிதம்

முன்னுரை

இன்றைய உலகில் '***மின்னணுவியல்***' (**Electronics**) என்ற வார்த்தையைவிட வேறு ஓர் வலிமையான வார்த்தை இல்லை என்றே கூறலாம். 'காற்று' நுழைய முடியாத இடத்தில் கூட 'மின்னணுவியல்' நுழையும். மின்னணுவியல் வளர்ச்சி இல்லையென்றால் 'நவீன தொழில்நுட்பம்' அர்த்தமற்றதாகிவிடும்.

இந்த அளவிற்கு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த ஓர் பொறியியல் துறை குறித்து மேல்நிலைப் பள்ளி மாணவர்கள் பயிலப் போகிறார்கள் என்பது பெருமைக்குரியது. இம்மாணவர்களுக்கு ஏற்ற வகையில் இப்புத்தகமானது வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இப்புத்தகம், அடிப்படை மின்னணுவியல் செயல்பாடுகளை அறிந்துக்கொள்ளும் நோக்கில் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னணுவியல் துறை பற்றி அறியாத ஓர் நபர் இப்புத்தகத்தை படித்தாலும், எளிதாக அறிந்துக்கொள்ள ஏதுவாக எளிமையாகவும், தேவைக்கேற்ப படங்களுடனும், போதிய விளக்கங்களையும், நுட்பங்களையும் கொண்டதாகவும் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் இத்துறையில் பயிலும் மாணவர்கள், கருத்தியல் அறிவோடு, சுய சிந்தனையோடு கூடிய செய்முறை அறிவும் பெற வேண்டும் என்ற நோக்கில் இப்புத்தகம் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது.

தொழிற்கல்வியை புணரமைக்கும் நோக்கில் இப்புதிய புத்தகம் எழுதும் பணிக்கு என்னை குழுத் தலைவராக தேர்வு செய்தமைக்கு தமிழக அரசிற்கும், பள்ளிக் கல்வித்துறைக்கும் நன்றியை தெரிவித்துக்கொள்கிறேன். இப்பாடப்புத்தகம் சிறப்பாக அமைய இந்நூல் ஆசிரியர்கள் கடுமையாக உழைத்துள்ளார்கள். அவர்களுக்கு என் வாழ்த்துக்களை தெரிவிக்கின்றேன். இப்பாடப் பிரிவில் பயிலும் மாணவர்களே! நீங்கள் அடிப்படை மின்னணுவியல் கோட்பாடுகளை கற்றறிந்து பிற்காலத்தில் இத்துறையில் சாதனைகள் புரியவேண்டுமென உங்களை வாழ்த்துகிறேன்.

குழுத்தலைவர்

பொருளடக்கம்

1. அடிப்படை மின்னியல் தத்துவங்கள்
(Basic Electrical Principles)

அறிமுகம்

"மேல் நிலைக் கல்வியில்" இப்பாடப்பிரிவை தேர்ந்தெடுத்திருக்கும் மாணவ மாணவிகளே உங்கள் அனைவருக்கும் வளமையான எதிர்காலம் உண்டு என்று உங்களை வாழ்த்தி இப்பாடப்பிரிவை அறிமுகப்படுத்துகிறோம்.

வேகமாக வளர்ந்து வருகின்ற இச்சமுதாயத்தில் தகவல் தொடர்பிற்காக இன்றும் ('கணினி மயம்' ஆகிவிட்டாலும் கூட) வானொலியானது உலகின் எம் மூலையிலிருந்து நடக்கும் ஒரு செயல்பாட்டினை நம் செவிக்கு கொண்டு வந்து இன்பம் தந்ததென்றால், தொலைக்காட்சி இன்னும் சில படிகள் மேல் சென்று அந்நிகழ்வினை மனம் கவரும் வகையிலே, கண்களுக்கு விருந்தளித்து நம் உள்ளத்தையே கொள்ளை கொண்டது. இதோடு ஆரம்ப காலத்தில் இருந்த கிராமஃபோன் பிளேயர்கள் முதல் இன்றைய நவீன வரவான MP3, MP4, IPOD வரை அனைத்தும் சாதாரன மனித வாழ்வில் இன்றியமையாததாகிவிட்டது. இன்னும் இதன் பின்னணியில் வளர்ந்த கணிப்பான், கணினி ஆகியவற்றிர்க்கும் இவை ஒரு முன்னோடி எனலாம். இவற்றிற்கெல்லாம் அடிப்படை காரணகர்த்தா என்ன தெரியுமா? வேறொன்றுமல்ல மின்னியலும் (Electrical), மின்னணுவியலும் (Electronics) தான். ஏனென்றால் இந்தக்கருவியில் பயன்படுத்தும் அனைத்து சாதனங்களும் மின்னியல் மற்றும் மின்னனுவியல் சாதனங்களே. எனவே இந்தப் பதினோராம் வகுப்பில் இதைப்பற்றித்தான் நீங்கள் அறிந்துக்கொள்ளப் போகிறீர்கள்.

மின்னியல் (Electrical)

1.1. அடிப்படை மின்னியல் அளவுகள் (Basic Electrical Quantities)

அறிமுகம்

இப்பகுதியில் மின்னியலின் அடிப்படை அளவுகளான மின்னோட்டம் (Current), மின் அழுத்தம் (voltage) மற்றும் மின்தடை (Resistance) ஆகியவைப்பற்றி பார்ப்போம்.

***மின்னோட்டம்* (Current)**

ஒரு மின்சுற்றிலோ அல்லது கடத்தியிலோ உயர் அடர்த்தி நிலையிலிருந்து தாழ் அடர்த்தி நிலைக்கு எலக்ட்ரான்கள் நகருவதையே மின்னோட்டம் என்கிறோம். அதாவது ஒரு கடத்தியின் வழியே மின்சாரம் பாயும் போது ஒரு வினாடியில் அதன் குறுக்கு வெட்டு பரப்பை கடந்து செல்லும் எலக்ட்ரான்களின் மொத்த அளவைத் தான் மின்னோட்டம் (current) என்கிறோம். மின்னோட்டமானது 'I' என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. இதன் மதிப்பானது ஆம்பியர் (Ampere) என்ற அலகால் அளக்கப்படும் .

***மின்னழுத்தம்* (Voltage)**

ஒரு கடத்தியின் வழியே மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு தேவைப்படும் அழுத்தமே (pressure) மின்னழுத்தமாகும். இது 'V' அல்லது 'E' என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படும். இதன் அலகு வோல்ட் ஆகும்.

ஒரு வோல்ட் என்பது ஒரு ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை ஒரு ஓம் மின்தடையுள்ள சுற்றில் செலுத்த தேவைப்படும் மின்னழுத்தமே ஆகும்.

1.2. மின்தடை (Resistance)

மின்னோட்டம் பாய்ந்து செல்வதற்கு தரப்படும் எதிர்ப்பையே மின்தடை என்கிறோம். இது 'R' என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. இதன் அலகு ஓம் ஆகும் (Ω).

ஒரு வோல்ட் அளவுள்ள ஒரு கடத்தியின் இரு புள்ளிகளுக்கிடையில் ஒரு ஆம்பியர் மின்னோட்டமானது பாய்ந்தால் அதன் மின்தடையானது ஒரு ஓம் அளவாகும்.

ஓம்ஸ் விதி

ஓம்ஸ் என்னும் விஞ்ஞானி மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் மற்றும் மின்தடை ஆகியவற்றிக்கு இடையே ஓர் தொடர்பினை வரையறுத்தார்.

விதி (Law)

மாறாத வெப்பநிலையில், ஒரு கடத்தி அல்லது சுற்றின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டமானது அதன் மின்னழுத்தத்திற்கு நேர் விகிதத்திலும் மின்தடைக்கு எதிர் விகிதத்திலும் இருக்கும்.

$$\text{மின்னோட்டம் (Ampere)} = \frac{\text{மின்னழுத்தம் (Volt)}}{\text{மின்தடை (Ohm)}}$$

(i-e) $I = V/R$

இதன்படி ஒரு சுற்றில் உள்ள மின்தடை மாறாமல் இருக்கும்பொழுது அச்சுற்றின் மின்னழுத்தம் அதிகரித்தால் அதன் மின்னோட்டமும் அதிகரிக்கும். மின்னழுத்தம் குறைந்தால் மின்னோட்டமும் குறையும்.

வேலை (Work)

ஒரு பொருளின்மீது விசையானது செலுத்தப்பட்டு, அதனால் அவ்விசையின் திசையிலே அப்பொருள் நகர்ந்தால் அதற்கு வேலை என்று பெயர்.

வேலை = விசை x நகர்ந்த தூரம்

(Work done = Force x Distance)

இதன் அலகு நியூட்டன் மீட்டர் ஆகும். (Nm)

மின்னியல் வேலை (Electrical Workdone)

மின்னியல் விசையின் மூலமாக மின்னோட்டமானது செலுத்தப்பட்டால் அதற்கு மின்னியல் வேலை என்று பெயர். இதன் அலகு ஜூல் ஆகும்.

1 ஜூல் = 1 வோல்ட் x 1 கூலும் சார்ஜ்

$1 J = V \times I \times t$

ஒரு வினாடி நேரத்தில் ஒரு ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாய்வதே ஒரு கூலும் எனப்படுகிறது.

திறன் (Power)

குறிப்பிட்ட காலத்தில் செய்யப்படும் மின்னியல் வேலையே திறன் எனப்படுகிறது.

$$\text{திறன் (P)} = \frac{\text{செய்யப்பட்ட வேலை}}{\text{எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட நேரம்}}$$

$$P = \frac{V \times I \times t}{t} = V \times I = \frac{W}{t}$$

திறனானது P என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. வாட் (Watt) என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது.

1 வாட் = 1 ஜூல் / வினாடி

அதிகபட்ச சக்தியை அளப்பதற்கு கிலோவாட் அலகானது பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

1 கிலோவாட் = 1000 வாட்

திறனை அளக்கவும், கண்டுபிடிக்கவும் கீழ்காணும் சூத்திரங்கள் பயன்படுகிறது.

$P = V \times I$ .... (1)

ஓம்ஸ் விதியின் படி

$V = I \times R$ இதை சமன்பாடு (1) ல் பிரதியிட

$P = I \times R \times I$

$P = I^2R$ .... (2)

ஓம்ஸ் விதியின் படி

$I = V/R$

$\therefore\ P = V \times V/R$

$P = V^2 / R$ .... (3)

ஆக மேற்காணும் மூன்று சூத்திரங்களின்படி மின்திறனானது கணக்கிடப்படுகிறது.

i) $P = V \times I$

ii) $P = I^2R$

iii) $P = V^2/R$

***மின்பளு* (Electrical Load)**

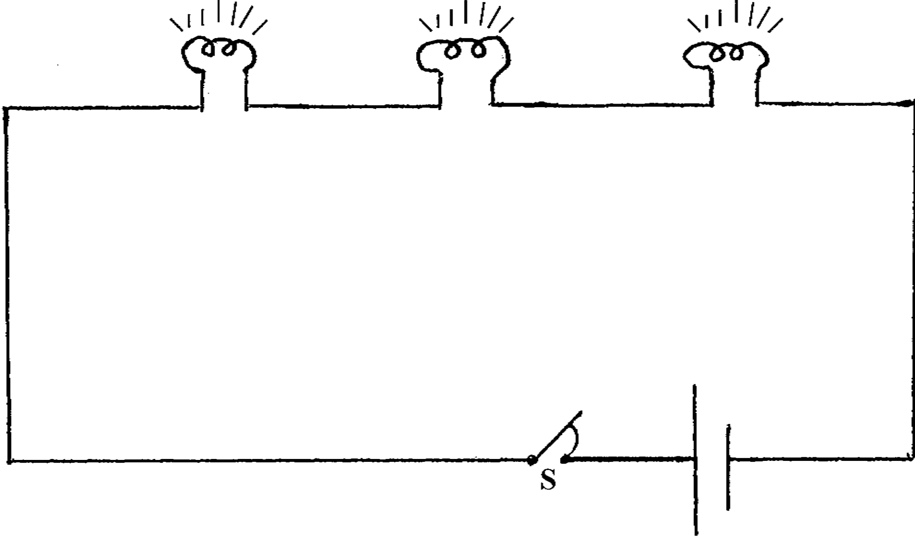
மின்சக்தியைப் பயனுற வகையில் செலவழிக்கும் பொருளுக்கு மின்பளு என்று பெயர். (எ.கா) மின்விளக்கு, மின்விசிறி, வானொலி, மிக்ஸி மற்றும் தொலைக்காட்சி.

***மின்சுற்று* (Electrical circuit)**

மின்சப்ளையின் இரு முனைகளுடனும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேல் பளுக்கள் இணைக்கப்பட்டால், இவ்விணைப்பு முறை மின்சுற்று எனப்படுகிறது.

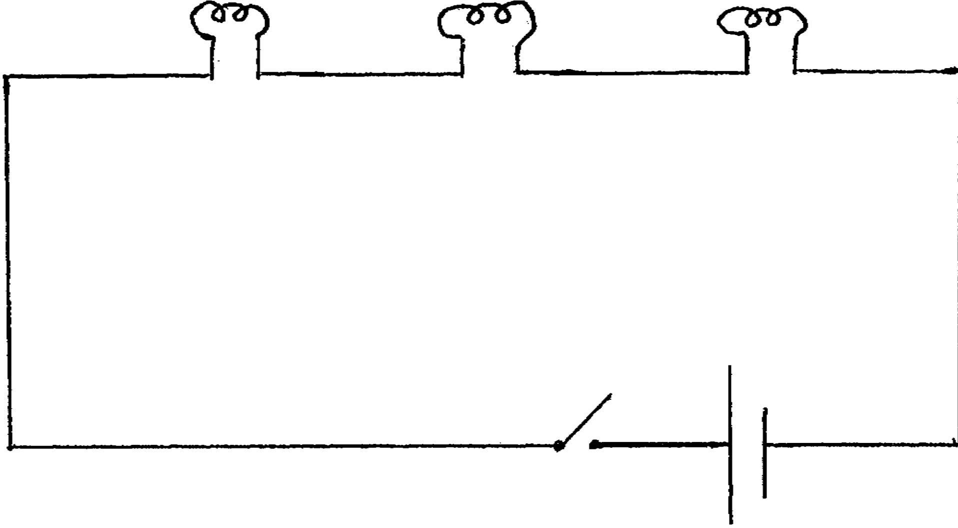
***மின்சுற்று வரைபடம்* (Circuit diagram)**

மின்னிணைப்புகளை குறியீடுகளுடன் (Symbols) படமாக வரையும் முறைக்கு மின்சுற்று வரைபடம் என்று பெயர்.



படம் 1.1

திறந்த மின்சுற்று (Open circuit)

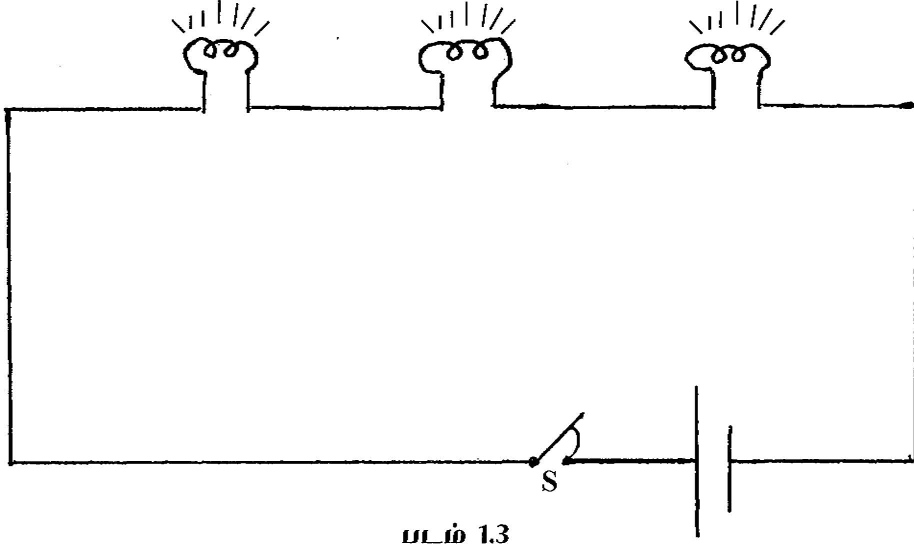


படம் 1.2

ஒரு மின்சுற்றில் மின்சாரம் பாய வழியே இல்லாதவாறு ஒயர் துண்டிக்கப்பட்டு இருந்தாலோ சுவிட்ச் (switch) ஆஃப் (off) செய்யப்பட்டிருந்தாலோ, அச்சுற்று திறந்த மின்சுற்று (open circuit) எனப்படுகிறது.

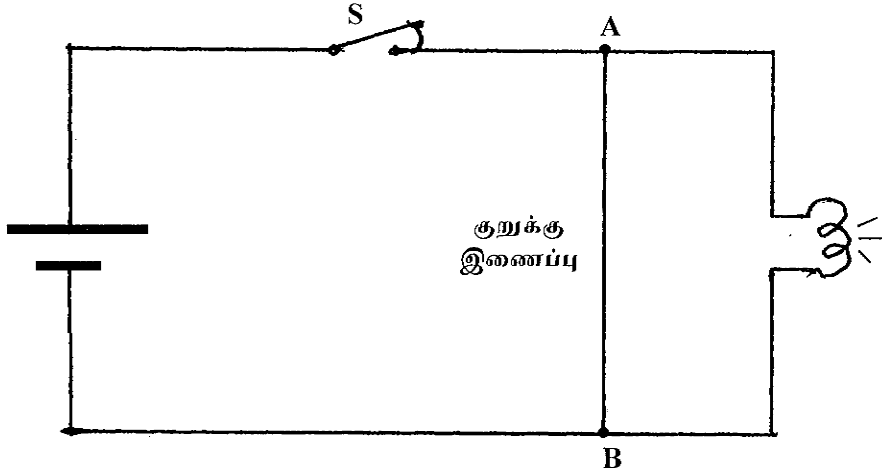
முற்றுப்பெற்ற மின்சுற்று (Closed circuit)

ஒரு மின்சுற்றில் மின்சாரம் பாய்வதற்கு ஏற்ப ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பளுக்கள் மின்சப்ளையின் இருமுனைகளுடன் இணைக்கப் பட்டிருந்தால், அச்சுற்று முற்றுபெற்ற மின்சுற்று (Closed circuit) எனப்படுகிறது.



படம் 1.3

குறுக்கு மின்சுற்று (short circuit)



படம் 1.4

ஒரு மின்சுற்றில், மின்சாரம் பாயத்தடையே இல்லாதவாறு இணைக்கப்பட்டால், அச்சுற்று குறுக்கு மின்சுற்று (short circuit) எனப்படுகிறது.

இச்சுற்றில் எல்லையில்லாத அளவு மின்னோட்டம் ($I = E/o = \alpha$) பாயும். இது மிகவும் ஆபத்தானது. சில நொடிகளில், அளவுக்கு அதிகமான வெப்பம் இச்சுற்றில் ஏற்படும். இதனால் தீ விபத்து ஏற்படக் கூடும்.

இதனைத் தவிர்ப்பதற்கு மின்உருகு இழை (Fuse Wire) மற்றும் மின்சுற்றினைத் துண்டிக்கும் அமைப்பு (Main Circuit Breaker) பயன்படுகிறது.

மின் உருகு இழை (Fuse wire)

குறுக்கு மின் சுற்றினால் ஏற்படும் தீ விபத்தினைத் தடுப்பதற்கு குறைந்த உருகு நிலை கொண்ட (Low Melting Point) மெல்லிய கம்பிகள் மின்சுற்றுடன் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது.

குறுக்கு மின்சுற்று அல்லது அளவுக்கதிகமான பளு (overload) ஏற்படும் பொழுது, வெப்பம் அதிகமாகி இக்கம்பி உருகி, மின்சுற்றினைத் துண்டித்து தீ விபத்தினைத் தவிர்க்கிறது.

மின் உருகு இழை ஆம்பியர் அளவுகளில் கிடைக்கிறது. (1 Ampere, 2 Ampere, 5 Ampere)

பகுதிக் குறுக்குச் சுற்று (Partial short)

மின்மாற்றி மற்றும் சுருள்கள் (Coils) ஆகியவற்றின் ஒரு சில சுற்றுக்களில் (Windings) மட்டும் குறுக்குச் சுற்று ஏற்பட்டால் அது பகுதிக் குறுக்குச் சுற்று (Partial short) எனப்படுகிறது. இதனால் அதிக பளு (overload) ஏற்படும். இக்குறைபாட்டினை மல்டிமீட்டரினால் கூட கண்டறிய இயலாது. அவ்வாறு ஏற்பட்டால் அதற்கு பதிலாக புதிய டிரான்ஸ்பார்மர் மாற்றப்பட வேண்டும்.

தொடரிணைப்பு மின்சுற்று (Series circuit)

ஒரு மின்சுற்றில், மின்சாரம் பாய ஒரே ஒரு வழி மட்டும் இருக்குமாறு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பளுக்கள் இணைக்கப்பட்டால், அச்சுற்று தொடரிணைப்பு மின்சுற்று (Series circuit) எனப்படுகிறது.

பக்க இணைப்பு மின்சுற்று (Parallel circuit)

ஒரு மின்சுற்றில் மின்சாரம் பாய ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட வழிகள் இருக்குமாறு பல பளுக்கள் இணைக்கப்பட்டால் அச்சுற்று பக்க இணைப்பு மின்சுற்று (Parallel circuit) எனப்படுகிறது.

1.2. மின்தடை (Resistors)

ஒரு சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டத்திற்கு எதிர்ப்பு தெரிவிக்கும் ஓர் பொருளையே மின்தடை என்கிறோம். தடுக்கும் திறனானது, இது உற்பத்தி செய்யும் வகையைப் பொருத்து மாறுபடும். இது ஓம் என்ற அலகால் அளக்கப்படுகின்றது. Ω இந்த குறியீடு பயன்படுத் தப்படுகின்றது.

மின்தடையின் விதி

கடத்தியின் மின்தடை கீழ்காணும் நிலைகளை பொருத்து மாறுபடும்.

(i) இது கடத்தியின் நீளத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

(ii) கடத்தியின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பிற்கு எதிர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

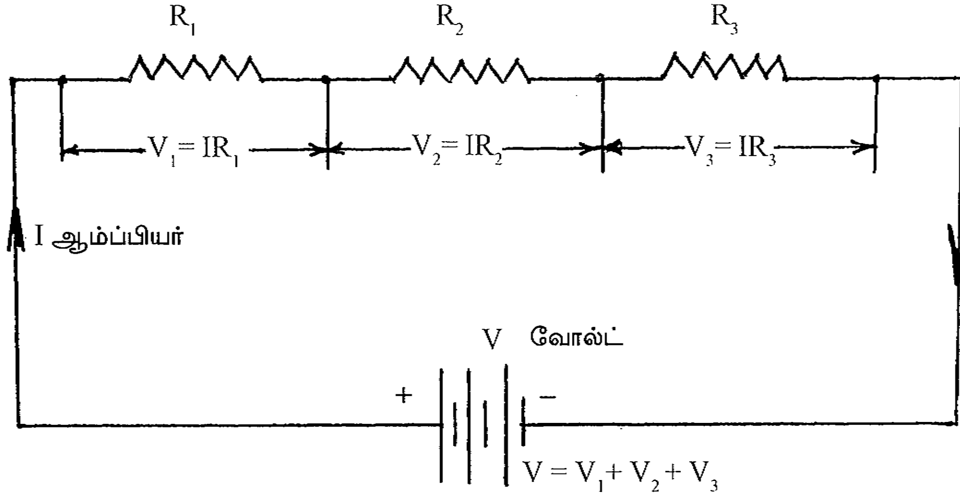
(iii) மின்கடத்தியாகப் பயன்படும் பொருளைப் பொறுத்தும் மாறுபடும்.

மின்தடைகளின் இணைப்பு முறை

i) தொடர் இணைப்பு முறை (Series Circuit)

ஒரு மின் சுற்றில் மின்சாரம் பாய்வதற்கு ஒரே ஒரு வழி மட்டும் இருக்குமாறு " இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மின்தடைகளை, ஒன்றினைத் தொடர்ந்து மற்றொன்றாக (அதாவது முதல் மின்தடையின் வெளியீடு ஆனது அடுத்த மின்தடையின் உள்ளீடு ஆக தரப்பட்டிருந்தல்) இணைக்கப்பட்டிருந்தால் இவ்விணைப்பு முறைக்கு தொடர் இணைப்பு முறை என்று பெயர்.

படம் 1.5(அ)ல் R1, R2, R3 என்ற மூன்று மின்தடைகள் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டதை காணலாம்.



படம் 1.5 (அ)

இந்த இரு முனைகளுக்கு இடையே ‘V’ என்கிற மின்னழுத்தமானது செலுத்தப்படும்பொழுது கீழ்காணும் குறிப்புகளை கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

1) மின்னோட்டத்தின் ‘I’ அளவானது எல்லா மின்தடைகளிலும் ஒரே அளவாக இருக்கும்.

2) மின்தடைகளின் இடையே ஏற்படும் மின்னழுத்தக் குறைவு, அவற்றின் மதிப்பிற்கு ஏற்றவாறு மாறுபடும்.

(ie) $V_1 = IR_1, V_2 = IR_2, V_3 = IR_3$

3) இச்சுற்றில் ஒவ்வொரு மின்தடையிலும் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சிகளின் கூட்டுத்தொகை சப்ளை மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

ஆதலால் $V = V_1 + V_2 + V_3$

$$V = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$V = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

(ie) $\frac{V}{I} = R_1 + R_2 + R_3$

$$\therefore \frac{V}{I} = R$$

R = மொத்த மின்தடை

(4) மொத்த மின்தடை (R) அளவானது அச்சுற்றில் உள்ள அனைத்து மின்தடைகளின் கூட்டுதொகைக்குச் சமமாகும்.

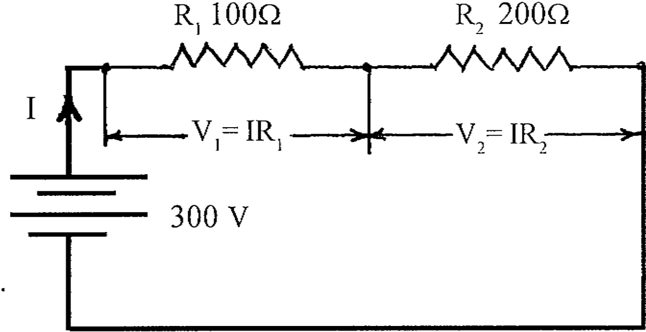
(5) ஒவ்வொரு மின்தடையின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டமானது $I = V/R$ மூலம் கணக்கிடப்படும். இச்சுற்றில் ஏதாவது ஓர் இடத்தில் இணைப்பு விடுபட்டாலும் சுற்று முழுவதும் மின்னோட்டம் பாயாது.

தொடரிணைப்பு முறையின் பயன்கள்

1. இந்தவகை இணைப்பு முறையானது சீரியல் பல்புகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
2. இம்முறையினை பயன்படுத்தி மின்சார உபகரணங்களில் ஏற்படும் பழுதினை கண்டறியலாம்.

கணக்குகள் (தொடர் இணைப்பு)

1. ஒரு தொடரிணைப்பு மின்சுற்றில் 100 ஓம்ஸ், 200 ஓம்ஸ் ஆகிய இரு மின்தடைகள் 300V சப்ளையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுற்றில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சிகளின் கூடுதல் சப்ளை மின்னழுத்தத்திற்குச் சமம் என்பதை நிரூபி.



மொத்த மின்தடை $R = R_1 + R_2$

$= 100 + 200$

மொத்த மின்தடை $R = 300\ \Omega$

மின்னோட்டம் $I = V / R$

$I = 300 / 300 = 1$ Amp.

$I = 1$ Amp

மின்னழுத்த வீழ்ச்சி $V_1 = I . R_1$

$= 1 \times 100$

$V_1 = 100$

மின்னழுத்த வீழ்ச்சி $V_2 = I . R_2$

$= 1 \times 200$ V

$V_2 = 200$ V

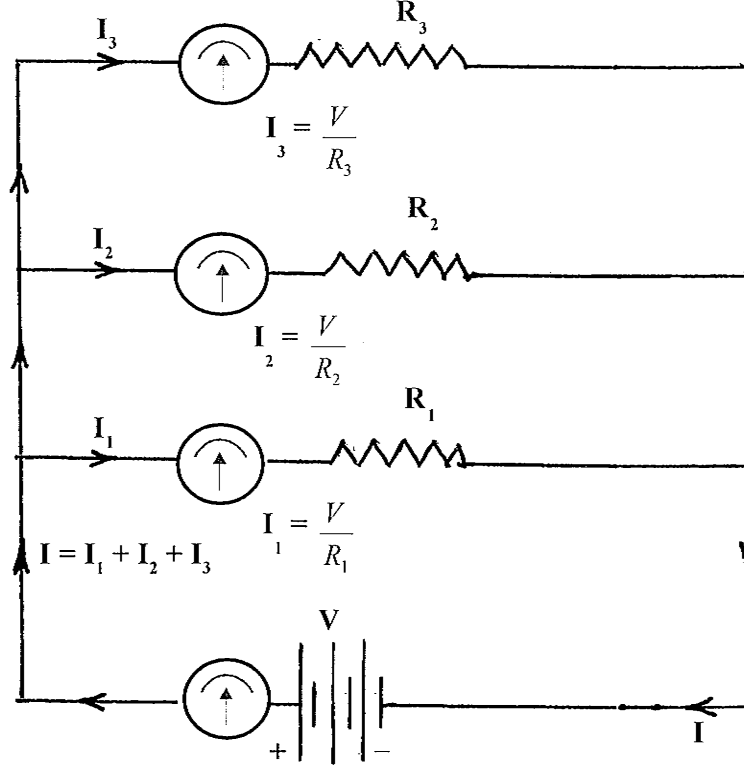
$V = V_1 + V_2$

$300 = 100 + 200$

300 V = 300 V

இச்சுற்றில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சிகளின் கூட்டுத்தொகை, சப்ளை மின்னழுத்தத்திற்குச் சமம் என நிரூபிக்கப்பட்டது.

பக்க இணைப்பு முறை (Parallel Circuit)



படம் 1.5 (b)

ஒரு மின்சுற்றில் மின்சாரம் பாய்வதற்கு ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட வழிகள் இருக்குமாறு இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மின் தடைகள் பக்கவாட்டில் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவ்விணைப்பு முறைக்கு பக்க இணைப்பு முறை என்று பெயர்.

படம் 1.5 (b) ஆனது , R_1,R_2,R_3 மின்தடைகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காட்டுகிறது.

மின்னழுத்தம் ‘V’ சுற்றுக்குத் தரப்படும்பொழுது கீழ்காணும் குறிப்புகளைக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

1. ஒவ்வொரு மின் தடையின் இரு முனைகளுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு (Potential difference) சப்ளை மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

2. மின்னோட்டத்தின் அளவானது மின்தடையின் மதிப்பிற்கேற்றவாறு மாறுபடும்.

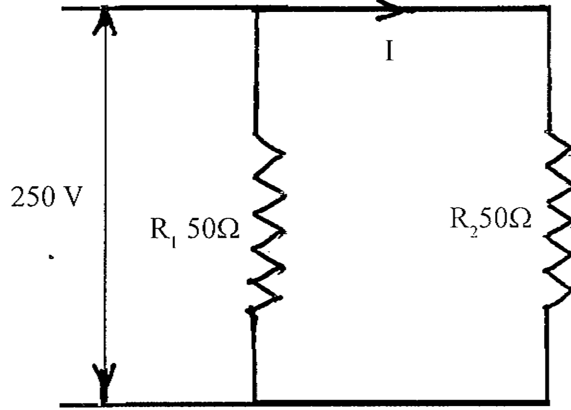
   அதாவது மின்தடை R_1 ல் I_1, R_2 ல் I_2 என இருக்கும்.

   ie., $I_1 = V/R_1$, $I_2 = V/R_2$

3. மின்தடைகளின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டங்களின் கூட்டுத்தொகை சுற்றின் மொத்த மின்னோட்டத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

$I = I_1 + I_2$

ஓமின் விதிப்படி



$V/R = V/R_1 + V/R_2$

$V/R = V(1/R_1 + 1/R_2)$

$V(1/R) = V(1/R_1 + 1/R_2)$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \ R_2}$$

$R(R1\ R2) = R_1 R_2$

மொத்த மின்தடை

$$\frac{1}{R} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \ R_2}$$

$$R = \frac{R_1 \ R_2}{R_2 + R_1}$$

4. சுற்றில் ஏதாவது ஒரு இடத்தில் மின் இணைப்பு துண்டிக்கப்பட்டாலும், பிற இணைப்புகளில் மின்னோட்டம் இருக்கும்.

5. வீடுகளிலும், தொழிற்சாலைகளிலும் இவ்வகை இணைப்பு முறையே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பக்க இணைப்புமுறையின் பயன்கள்

வீடுகளிலும் தொழிற்சாலைகளிலும் மின்னிணைப்பு வழங்க பக்க இணைப்பு முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கணக்குகள் (பக்க இணைப்பு)

1. ஒரு பக்க இணைப்பு மின்சுற்றில் 10 ஓம்ஸ், 15 ஓம்ஸ் ஆகிய இரு மின்தடைகள் 60 வோல்ட்ஸ் மின் சப்ளையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுற்றில் பாயும் கிளை மின்னோட்டங்களின் கூட்டுத் தொகை மொத்த மின்னோட்டத்திற்குச் சமம் என்பதை நிரூபிக்கவும்.

மொத்த மின்தடை $R = \frac{R_1 \ R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \times 15}{25} = \frac{150}{25}$

மொத்த மின்தடை $(R) = 6\Omega$

மொத்த மின்னோட்டம் $I = \frac{E}{R}$

$= \frac{60}{6}$

மொத்த மின்னோட்டம் $I = 10$ *Amps*

கிளை மின்னோட்டம் $I_1 = \frac{V}{R_1}$

$= \frac{60}{10}$

$I_1 = 6$ Amps

கிளை மின்னோட்டம் $I_2 = \frac{V}{R_2}$

$= \frac{60}{15}$

$I_2 = 4$ *Amps*

$I = I_1 + I_2$

10 Amps = 6 + 4

10 Amps = 10 Amps

இச்சுற்றில் பாயும் கிளை மின்னோட்டங்களின் கூட்டுத் தொகை மொத்த மின்னோட்டத்திற்குச் சமம் என நிரூபிக்கப்பட்டது.

2. ஒரு பக்க இணைப்பு மின்சுற்றில் 50 ஓம்ஸ், 50 ஓம்ஸ் ஆகிய இரு மின்தடைகள் 250 வோல்ட்ஸ் சப்ளையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுற்றில் பாயும் கிளை மின்னோட்டங்களின் கூட்டுத் தொகை மொத்த மின்னோட்டத்திற்குச் சமம் என்பதை நிரூபிக்கவும்

மொத்த மின்தடை $R = \frac{R_1 \quad R_2}{R_1 + R_2}$

$= \frac{50 \times 50}{100}$

மொத்த மின்தடை **(R) = 25Ω**

மொத்த மின்னோட்டம் $I = \frac{E}{R}$

$= \frac{250}{25}$

மொத்த மின்னோட்டம் $I = 10$ *Amps*

கிளை மின்னோட்டம் $I_1 = \frac{V}{R_1}$

$= \frac{250}{50}$

கிளை மின்னோட்டம் $I_1 = 5$ Amps

கிளை மின்னோட்டம் $I_2 = \frac{V}{R_2}$

$= \frac{250}{50}$

$I_2 = 5$ *Amps*

$I = I_1 + I_2$

$10\ \text{Amps} = 5 + 5$

$10\ \text{Amps} = 10\ \text{Amps}$

இச்சுற்றில் பாயும் கிளை மின்னோட்டங்களின் கூட்டுத் தொகை மொத்த மின்னோட்டத்திற்குச் சமம் என நிரூபிக்கப்பட்டது

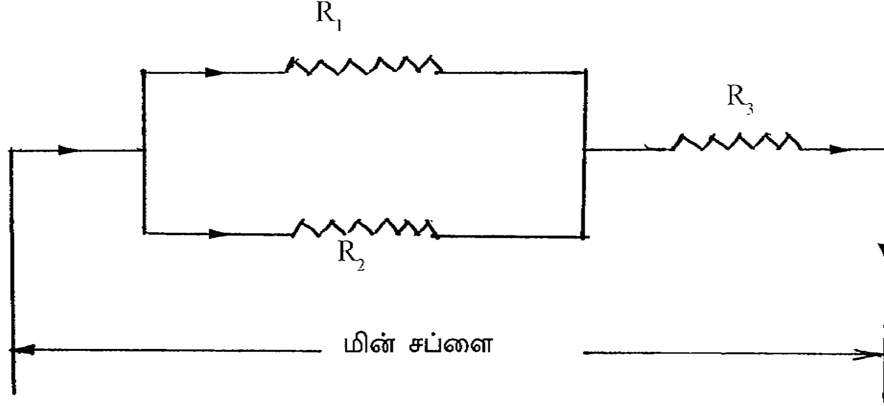
தொடர் & பக்க இணைப்பு முறை (Series & Parallel Circuit)

மின்சுற்றுகளில் பெரும்பாலும் இருவித இணைப்பு முறையும் கலந்தே பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கும். அவ்வாறு இணைக்கப்பட்டிருந்தால் மொத்த மின்தடையின் அளவைக் கணக்கிட, தொடர் இணைப்பில் உள்ளவற்றையும் பக்க இணைப்பில் உள்ளவற்றையும் தனித்தனியாக கணக்கீடு செய்து பிறகு ஒட்டுமொத்த மதிப்பினை அளவிட வேண்டும்.

கீழ்க்காணும் படத்தில் R_1, R_2 பக்க இணைப்பிலும் R_3 அவ்விரண்டிற்கும் தொடர் இணைப்பாகவும் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன்படி மொத்த மின்தடையின் அளவைக்கணக்கிட.

தற்போது RP யும் R_3யும் தொடர் இணைப்பில் இருப்பதால் மொத்த மின்தடை

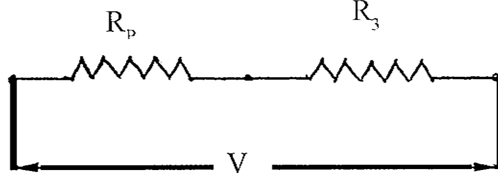
$R_T = Rp + R_3$ ஆகும்.



$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \,.\, R_2}$$

$$\therefore R_P = \frac{R_1 \,.\, R_2}{R_1 + R_2}$$



படம் 1.5 (c)

மின்தடைகளின் வகைகள்

மின்தடைகள் இருபெரும் பிரிவுகளாக பிரிக்கப்படுகின்றன. (i) மதிப்பு மாறா மின்தடை (fixed) (ii) மதிப்பு மாறும் மின்தடை (variable). இதில் சில வகைகள் உள்ளன. இந்த வகைகள் மின்தடை தயாரிக்கப் பயன்படும் பொருட்களின் அடிப்படையில் மாறுபடுகின்றன. மேலும் சில மின்தடையின் வகைகளும், அவற்றின் குறியீடுகளும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

வகை

i) கார்பன் மின்தடை

ii) ஒயர் வவுண்ட் மின்தடை

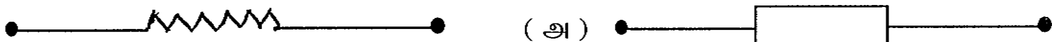
iii) உலோக ஆக்ஸைடு மின்தடை

iv) மெல்லிய பிலிம் மின்தடை

v) தடிம பிலிம் மின்தடை

மதிப்பு மாறா மின்தடை (Fixed Resistor)

மின்சுற்றில் செயல்படும்போது அதன் மதிப்பை மாற்ற இயலாது. இதன் குறியீடு (Symbol)

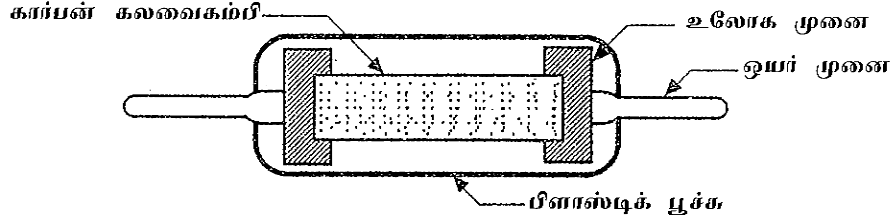


படம் 1.6

மதிப்பு மாறும் மின்தடை (Variable Resistor)

மின்சுற்றில் செயல்படும்போது அதன் மதிப்பை தேவைக்கேற்ப மாற்றியமைத்துக் கொள்ளலாம்.

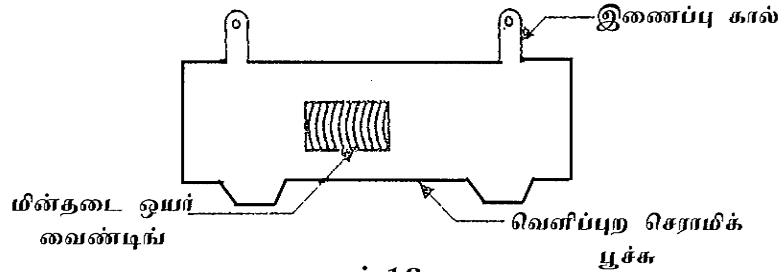
கார்பன் மின்தடை (Carbon Resistor)



படம் 1.7

சுட்ட களிமண்ணோடு, கார்பன் பசையை இணைத்து அதோடு கம்பியை உயர் அழுத்தத்திலும் வெப்பத்திலும் வைத்து சிறு சிறு குச்சிகளான வடிவத்தில் தயாரிக்கப்படுகின்றது. இது அளவிற் கேற்றவாறு தயாரிப்பு முறையில் சிறு சிறு மாற்றம் செய்யப்பட்டு உருவாக்கப்படுகிறது. இதன் வழியே குறைந்த அளவு கொண்ட மின்னோட்டம் மட்டுமே செலுத்த முடியும். அதிக மின்னோட்டம் செலுத்தினால் இது எரிந்து விடும்.

ஒயர் வவுண்ட் மின்தடை (Wire Wound Resistor)



படம் 1.8

குறிப்பிட்ட நீளம் கொண்ட (நிக்கல் & குரோமியத்தின் கலவை) கம்பியானது போர்சிலின் உருளையின்மேல் சுற்றப்பட்டிருக்கும். கம்பியின் இரு முனைகளும் செம்பு கால்களோடு இணைக்கப்பட்டிக்கும். பின் அதன் மேற்பரப்பின் மேல் ஒரு பாதுகாப்பு பூச்சானது பூசப்பட்டிருக்கும். (கண்ணாடி மற்றும் எனாமல் கலவை)

இது அதிக வெப்பம் மற்றும் அதிக திறன் தாக்குப்பிடிக்கக் கூடிய இடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் துல்லியமான அளவினை கொண்டிருக்கும் மின்தடைகளும் தயாரிக்கப்படுகிறது.

இந்தவகை மின்தடைகளானது பெரும்பாலும் வானொலி, தொலைக்காட்சி மற்றும் ஆம்பிளிபயர் சுற்றுகளில் பயன்படுகிறது. இது கீழ்க்காணும் அளவுகளில் கிடைக்கிறது. 100Ω, 200Ω, 2.3 K, 10 K.

உலோக ஆக்ஸைடு மின்தடை

மெல்லிய கண்ணாடிப் பட்டையின் மேல் டின் ஆக்ஸைடு மற்றும் ஆன்டிமணியால் ஆன பூச்சானது பூசப்பட்டு உருவாக்கப்படுகிறது. இவ்வகை மின்தடையானது உள் வெப்பத்தையும் ஈரப்பதத்தையும் தாங்கக்கூடியது. இந்த கண்ணாடி பட்டையானது தேவைக்கேற்றவாறு வெட்டப்பட்டு, சுருட்டப்பட்டு நிர்ணயிக்கப்பட்ட மின்தடை அளவிற்கு உருவாக்கப்படுகிறது.

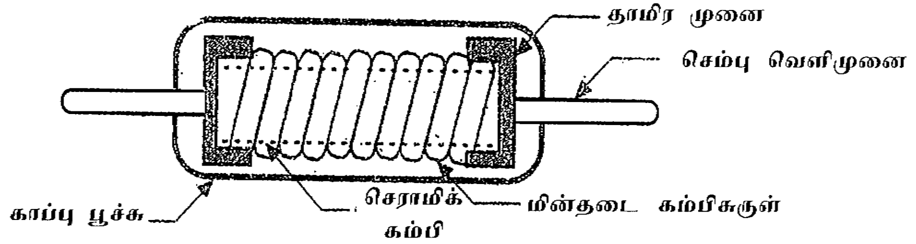
சிறப்பம்சங்கள்

i) மற்ற மின்தடைகளைக் காட்டிலும் நீண்ட நாட்கள் பயன்படுத்தலாம்; (Long life)

ii) உயர் அலைவு வேகத்தில் சிறப்பாக செயல்படும். (High frequency)

iii) ஈரப்பதத்தினால் பாதிப்பிற்கு உள்ளாகாது. (Moisture)

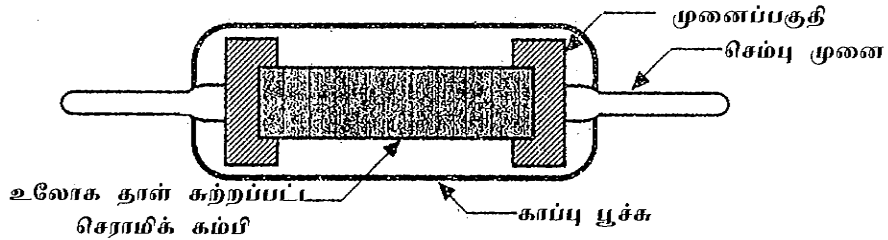
மெல்லிய பிலிம் மின்தடை (Thin film Resistor)



படம் 1.9

உயர்ந்த தரம் கொண்ட செராமிக் (அ) கண்ணாடி குழலின் மேல் உலோக ஆவியானது பூசப்படும். இது அதிக வெப்பத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டு, பின் மெது, மெதுவாக குளிரச் செய்யப்படும். இவ்வகையின் மூலம் மிகச் சரியான அளவு மின்தடைகளைத் தயாரிக்கலாம்.

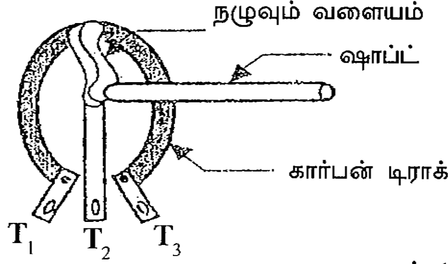
தடிம பிலிம் மின்தடை (Thick film Resistor)

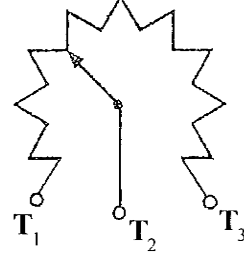


படம் 1.10

இவ்வகை மின்தடை உருளை வடிவத்திலோ, தட்டை வடிவத்திலோ வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். உருளையின் உள்ளே தடை செய்யும் பிலிம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். சாதாரணமாக இவ்வகை அதிக திறன் கொண்டதாக இருக்கும். இது உயர் மின்னபுத்தச் சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே கணிணி, பெருக்கிகள், மோட்டார்கள் மற்றும் தொலைபேசி சுற்றுகளில் இவ்வகை பயன்படுகிறது.

குறியீடு **(Symbol)**





படம் 1.11

மதிப்பு மாறும் மின்தடை **(Variable Resistance)**

மதிப்பு மாறும் மின்தடை என்பது ஓர் பொட்டன்ஷியோ மீட்டரே ஆகும். இது வானொலி, தொலைக்காட்சியில் வால்யூம் கன்ட்ரோல்களாகவும், மற்றும் பிற கன்ட்ரோல்களாகவும் பயன்படுகிறது. இதன் முதல்பகுதி வாஷர் போன்ற அமைப்பாகவும் அதன்மேல் ஓர் மெல்லிய உலோக அமைப்பு எளிதாக சுழலும் வண்ணமும், மின் தொடர்புடையதாகவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இதில் ஓர் நழுவும் வளையமும் (அ) தொடர் வளையமும் அமைக்கப்பட்டு, சுழலும் பகுதியோடு தொட்டுக் கொண்டிருக்குமாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதில் மூன்று இணைப்புக் கால்கள் உள்ளன. இதன் இரண்டு இணைப்புக் கால்கள் கார்பன் டிராக்கின் இரு முனையோடும், மற்றொன்று தொடர் வளையத்தோடும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

தனி வகை மின்தடைகள் **:** என்.டி.சி & பி.டி.சி N.T.C & P.T.C

இப்போது சில தனிவகை மின்தடையைப்பற்றி அறிந்துகொள்ளப் போகிறோம். அவைகள் என்.டி.சி (NTC)யும் பி.டி.சி (P.T.C) ஆகும். இவைகள் சில சிறப்பான பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

நெகடிவ் டெம்ப்ரேச்சர் கோ-எபிசியண்ட் ரெஸிஸ்டர்கள் (தெர்மிஸ்டர்கள்) **(Negative temperature Co-efficient Resistors)**

இவ்வகை மின்தடைகளின் வெப்பநிலை உயரும்போது தடையின் அளவு குறைகிறது. பவர்சப்ளை ஆன் செய்யப்படும்போது உண்டாகும் சர்ஜ் கரண்ட் (Surge Current) ஆல் சில சுற்றிலுள்ள உறுப்புகள் சேதமடையலாம். அந்நிலையைத் தவிர்க்க என்.டி.சி ரெஸிஸ்டர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவைகளின் குறியீடு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

பாசிட்டிவ் டெம்ப்ரேச்சர் கோ-எசியண்ட் **(Positive Temperature Co-efficient (P.T.C) Resistors**

இவ்வகை ரெஸிஸ்டர்களின் வெப்பநிலை உயரும்போது அவற்றின் தடையின் அளவு அதிகமாகும். இவைகள் வண்ணத் தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகளில் ‘ஆட்டோமேட்டிக் டீகாசிங்’ சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றன.

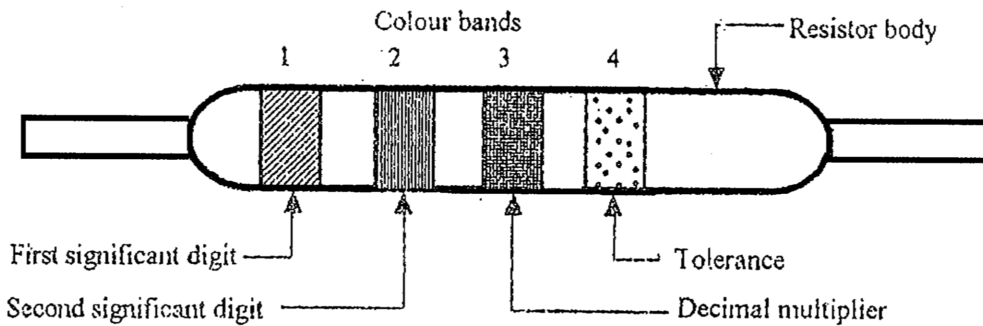
வண்ணக்குறியீடு **(Colour Coding)**

மின்தடைகளின் மதிப்பினை அறிய அதன் மேற்பரப்பில் மூன்று வண்ணப்பட்டைகள் வளையங்களாக பூசப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வண்ணத்திற்கும் ஒரு மதிப்பு கொடுக்கப்படுகிறது. இதுவே வண்ணக்குறியீடு எனப்படுகிறது.

இதில் முதல் வண்ணம் மின்தடைமதிப்பின் முதல் இலக்கமாகவும், இரண்டாவது வண்ணம் இரண்டாவது இலக்கமாகவும் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். மூன்றாவது வண்ணத்திற்கான மதிப்பின் எண்ணிக்கையை 10 ன் அடுக்காக கொண்டு மேற்கண்ட இரண்டு இலக்கங்களுடன் பெருக்க வேண்டும். கிடைக்கும் மதிப்பு ஓம்ஸ் அளவில் இருக்கும்.

நான்காவது வண்ணம் டாலரென்ஸ் கோடாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வண்ணம்	மதிப்பு	அடுக்கு	டாலரன்ஸ்
Black	0	10^0	-
Brown	1	10^1	$\pm$ 1%
Red	2	10^2	$\pm$ 2%
Orange	3	10^3	-
Yellow	4	10^4	-
Green	5	10^5	-
Blue	6	10^6	-
Violet	7	10^7	-
Grey	8	10^8	-
White	9	10^9	-
Gold	-	10^{-1}	$\pm$ 5%
Silver	-	10^{-2}	$\pm$ 10%
No Colour	-	-	$\pm$ 20%



படம் 1.12

டாலரென்ஸ் (Tolerance)

டாலரென்ஸ் என்பது கோட் (Code) மதிப்பில் அனுமதிக்கப்பட்ட ஏற்றத்தாழ்வு எனக் கொள்ளலாம். சில தயாரிப்பாளர்கள் ரெஸிஸ்டரின் மதிப்பு, டாலரென்ஸ், வாட்டேஜ் ஆகியவற்றை நேரடியாகவே ரெஸிஸ்டரின்மீது உடலில் பதித்து விடுகின்றனர்.

மின்தடைகளை தயாரிக்கும்போது நிர்ணயிக்கப்பட்ட அளவிற்குச் சரியாக தயாரிக்க இயலாது. அதன் அளவில் சற்று கூடுதலாகவோ, குறைவாகவோதான் இருக்கும். இது தவிர்க்க முடியாத சில தயாரிப்பு முறைகளில் ஏற்படுகிறது. ஆகவே, தயாரிப்பின் அளவில் தளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. இதுவே டாலரன்ஸ் எனப்படுகிறது. இதன் மதிப்பு $\pm 5\%$ (அ) $\pm 10\%$ மாக இருக்கலாம். மின்தடையின் கலர் பட்டைகளில் கடைசி பட்டை தங்க நிறமாக இருந்தால் $\pm 5\%$ எனவும், வெள்ளியாக இருந்தால் $\pm 10\%$ டாலரன்ஸ் மதிப்பையும் கொண்டிருக்கும்.

ரெஸிஸ்டர்களின் சோதனையும் ஏற்படக்கூடிய பழுதுகளும்

ஒரு ரெஸிஸ்டரின் மதிப்பு சரியாக இருப்பதை ஒரு ஓம் மீட்டரைக் கொண்டு உறுதி செய்யலாம். பொதுவாக ரெஸிஸ்டர்களில் திறந்த சுற்று என்ற பழுது ஏற்படலாம். சில சமயங்களில் அவைகளின் மதிப்பு அதிக வெப்பத்தாலோ அல்லது அதிக வருட உழைப்பினாலோ அதிகரிக்கலாம்.

மின்தடையை சோதிக்கும் முறை

1. மின்தடையை மல்டி மீட்டர் (அ) ஓம் மீட்டரின் மூலம் பரிசோதிக்கலாம்
2. ஓம்ஸ் ரேஞ்சில் வைத்துக் கொள்ளவும்.
3. மல்டி மீட்டரை பூஜ்ஜிய ஓமிற்கு அட்ஜஸ்டு செய்ய வேண்டும்.
4. மின்தடையின் இரண்டு முனைகளிலும் மல்டிமீட்டரின் இரண்டு சோதனை கம்பிகளையும் வைத்துச் சோதிக்கவும்.

1.3. மின் கலங்கள் (செல்கள்-Cells)

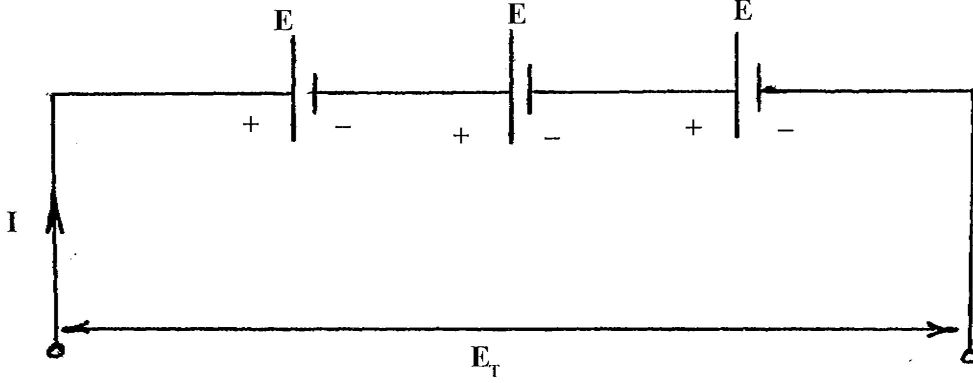
மின் கலங்கள் இரசாயன சக்தியை மின்சக்தியாக மாற்றித்தருகின்றன. செல்களின் தொகுப்பை பேட்டரி என்று கூறுகிறோம். சிலவகை செல்கள் சக்தியை இழந்துவிட்டால் அவற்றை மறுபடியும் சக்தியூட்ட இயலாது. இந்த வகை மின் கலங்களை பிரதம மின்கலங்கள் (Primary Cell) என்று கூறுகிறோம். சிலவகை மின்கலங்கள் சக்தியை இழந்த பின்னும் மறுபடியும் மின்னொற்றம் (Charging) செய்து பயன்படுத்த இயலும். இந்த வகை மின்கலங்களை 'துணை மின்கலங்கள்' (Secondary Cells) என்று கூறுகிறோம்.

கையில் எடுத்துச்செல்லும் வகை டிரான்சிஸ்டர்-வானொலி ஏற்புகள் மற்றும் டார்ச் விளக்குகளில் பயன்படுத்தப்படும் வகை மின்கலங்கள், பிரதமமின்கல வகையைச் சார்ந்தவை. துணை மின்கலங்கள் பேருந்து, கார், லாரி போன்ற சாதனங்களில் பயன்படுகின்றன. இந்த வகை மின்கலங்கள் செயல் இழந்தாலும் மறுபடியும் மின்னேற்றம் செய்து செயல்படச் செய்யலாம்.

மின் கலங்களின் செயல்திறனை ஆம்பியர் / மணியில் (Ampere – Hour A.H) குறிப்பிடுகிறோம். இது ஒரு குறிப்பிட்ட ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை எவ்வளவு மணி நேரம் வெளிவிடும் என்று குறிக்கிறது.

உதாரணம் : ஒரு மின்கலத்தின் திறன் 2 ஆம்பியர் மணிகள்- இது 1 ஆம்பியர் வீதம் 2 மணிநேரம் செயல்படும் அல்லது 2 ஆம்பியர் வீதம் 1 மணிநேரம் செயல்படும் சக்தி பெற்றது.

***மின்கலங்களின் தொடர் இணைப்பு* (Cells in Series)**



படம் 1.13

செல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மின் அழுத்தத்தை மட்டும் கொண்டிருக்கும், மின்னழுத்தம் அதிகமாகத் தேவைப்படும்போது மின் கலங்கள் (படம் 1-14 காட்டப்பட்டுள்ளது போல) தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படும்.

ஒவ்வொரு மின்கலத்தின் வழியாகவும் செல்லும் மின்சாரம் ஒரே அளவாக இருக்கும். 1.5 வோல்ட் மின்னழுத்தமுடைய 'N' மின்கலங்கள் தொடர் இணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்டால் அவற்றின் மொத்த மின்னழுத்தம்.

Et = n x e

= 4 x 1.5

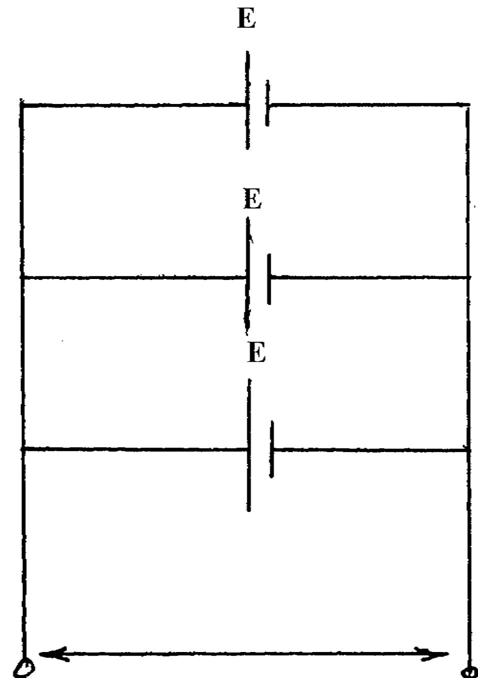
= 6 வோல்ட்

தொடர் இணைப்பு முறையில் ஒரு மின்கலத்தின் நேர் மின் முனையானது மற்றொரு மின்கலத்தின் எதிர்மின் முனையுடன் இணைக்கப்படும்.

மின்கலங்களின் பக்க இணைப்பு முறை

ஒரு செல்லின் மின்னோட்டத்தைவிட அதிகமான மின்னோட்டம் தேவைப்படும்போது ஒரே அளவு மின்னழுத்தமுடைய பல செல்களை பக்க இணைப்பு முறையில் இணைக்கலாம். அவ்வாறு இணைக்கப்பட்ட பல செல்களின் தொகுப்பின் மின்னழுத்தம், ஒரு செல்லின் மின்னழுத்தத்திற்கு சமமாக இருக்கும்.

பக்க இணைப்பு முறை படம் 1.15ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.14

படம் 1.15ல் மூன்று செல்கள் பக்க இணைப்பு முறையில் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இந்த முறையில் நேர்மின் முனைகள் (பாசிட்டிவ் முனைகள்) ஒன்றாகவும், எதிர்மின் முனைகள் (நெகட்டிவ் முனைகள்) ஒன்றாகவும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த தொகுப்பின் ஆம்பியர் மணி திறனானது இந்த தொகுப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ள செல்களின் ஆம்பியர் மணி திறன்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாகும்.

1.4. *மின்தேக்கி* (Capacitor)

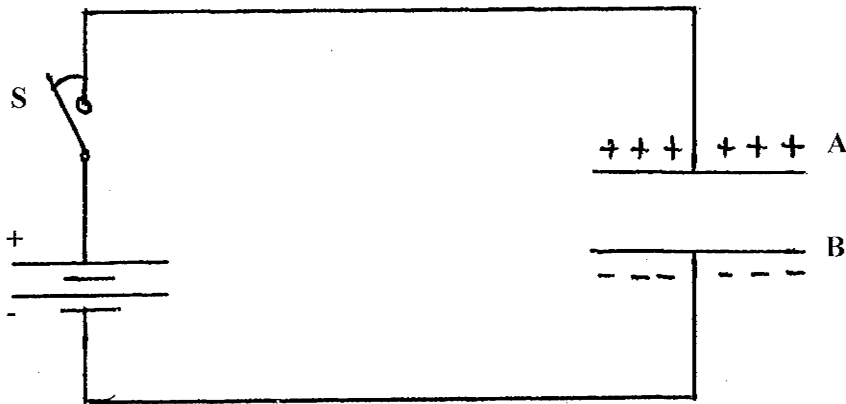
எந்த ஒரு மின் சுற்றிலும் பல வகைப்பட்ட மின்தேக்கிகள் இருப்பதைக் காணலாம். மின் தேக்கி (Capacitor) என்பது, எலக்ட்ரான்கள் (அல்லது) மின்சக்தியை தன்னுள் தேக்கி வைத்துக்கொள்வதும், தேவைப்படும்போது அதனை வெளியேற்றுவதுமான ஓர் அமைப்பாகும்.

ஒரு மின்தேக்கியின் மின்னேற்புத்திறன் ஆனது எந்த அளவுக்கு மின்னோட்டத்தை தேக்கி வைக்கிறது என்பதைப் பொருத்து அளவிடப்படுகிறது. இது ∴பாரட் (Farad) (F) என்ற அலகால் அளவிடப்படுகிறது. ∴ பாரட் என்பதே மிகப்பெரிய அளவாகும். நடைமுறையில் மின்னேற்புத்திறன் ஆனது மைக்ரோ ∴பாரட் (Micro Farad – μf) பிகோ ∴ பாரட் (Pico Farad) and (pf) என்றே அளவிடப்படுகிறது.

மின்தேக்கியில், மின்தேக்கம் வேலைக்கு எதிராக செயல்படும் திறனே (மின் எதிர்ப்புத்திறன்) இம்பிடன்ஸ் எனப்படுகிறது.

ஒரு மின்தேக்கியின் மின் எதிர்ப்புத்திறன் (Impedance) நேர் மின்னோட்டத்திற்கு மிக அதிகமாவும், மாறும் மின்னோட்டத்திற்கு குறைவாகவும் இருக்கும். இதனால் மின் சுற்றுகளில், மாறும் மின்னழுத்தம் (A.C signal Voltage) உள்ள இடங்களை இணைப்பதற்கும், அதே நேரத்தில் நேர்மின்னழுத்தம் சுற்றுக்கு செல்லாமல் தடுக்க வேண்டிய இடத்திலும் மின்தேக்கிகள் பயன்படுகின்றன.

மின்தேக்கிகள் மின்மாற்றுப்பாதை மின்தேக்கிகளாக (By pass) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதாவது இந்த மின்மாற்றுப் பாதை மின்தேக்கி இணைக்கப்பட்ட மின்சுற்றில் மாறும் மின்னழுத்தமானது இந்த மின்தேக்கியை கடந்து மின்சுற்றுக்குள் பாயாது. ஒரு மின் தேக்கியானது ஒரு மின்பொருள் சாதனத்துடன் (Inductor) தொடராகவோ அல்லது இணையாக இணைக்கும் போது தெரிவு செய்யப்பட்ட சுற்றுகளாக (Tuned Circuits) அமைக்கப்படுகின்றன.



படம் 1.15

இரண்டு மின்கடத்தித் தகடுகளின் நடுவில் மின்கடத்தாப் பொருளானது வைக்கப்பட்டு மின்தேக்கியானது உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த தகடுகள் வேறுபட்ட மின்கடத்திப் பொருளினால் ஆனதாகவும், மின்கடத்தாப் பொருள்கள் வேறுபட்ட பொருளாகவும் அமைந்திருக்கலாம். மின்தேக்கிகளில் பலவகை உண்டு. பொதுவாக மைக்கா, செராமிக், காகிதபசை - மின்தேக்கி (Electrolytic) மதிப்பு மாறா மின்தேக்கிகளாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. மதிப்பு மாறும மின்தேக்கிகள் பெரும்பாலும் கேங் (gang) மின்தேக்கிகள் ஆகும்.

படம் 1.16இல் ஒரு எளிய மின்தேக்கியானது ஒரு பேட்டரியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளதை காட்டுகிறது. தொடு சாவி (S) அழுத்தப்பட்டவுடன் எலக்ட்ரான் ஓட்டம் நிகழ்கிறது. இந்த மின்னோட்டம் பேட்டரி ± ve முனைகளில் இணைக்கப்பட்ட தகுதிகளில் தகடு ‘A’ நேர்மின்னேற்றம் அடையும் வகையிலும் தகடு ‘B’ எதிர் மின்னேற்றம் அடையும் வகையிலும் இருக்கும். இவ்விரு தகடுகளுக்குகிடையேயான மின்னழுத்த வேறுபாடு நடுவில் உள்ள மின்கடத்தாப்பொருளைப் (dielectric) பொறுத்தும், தகடுகளுக்கிடையேயான தூரத்தைப் பொறுத்தும் அமைந்திருக்கும். மின்தேக்கியானது முழுமையாக மின்னேற்றம் பெற்றுவிட்டபின், அதன் வழியே மின்னோட்டம் பாயாது. இந்நிலையில் அதன் மின்னேற்றம் சப்ளை மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். இந்த சேமித்த மின்னாற்றலை மீண்டும் நாம் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம் என்பது தான் இதில் கவனிக்கப்பட வேண்டிய முக்கிய அம்சமாகும்.

மின்தேக்கிகளின் தகடுகளுக்கிடையே மின்கடத்தாப் பொருள் பயன்படுத்துவதால் அதன் மின்தேக்குத்திறன் அதிகரிக்கும்.

மின்தேக்கு திறனின் அலகு ∴பாரட் ஆகும். அதாவது மின்னேற்றம்(Q), மின்னழுத்தம் இவற்றிற்கு இடையே உள்ள விகிதமாக வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஒரு கூலும் $= 6.28 \times 10^3$ எலக்ட்ரான்கள்

ஒரு ஆம்பியர் = 1 கூலும் / வினாடி

மின் தேக்கிகளின் வகைப்பாடு (Classification of Capactior)

மாறா மின்தேக்கிகள்	***பாதிமாறும் மின்தேக்கிகள்***	***மாறும் மின் தேக்கிகள்***
காகித மின்தேக்கிகள்	1. டிரிம்மர்	கேங் (Gang)
மைக்கா மின்தேக்கிகள்	2. பேடர்	
பாலிஸ்டர் மின்தேக்கிகள்		
செராமிக் மின்தேக்கிகள்		
பசை மின்தேக்கிகள்		

***மாறா மின்தேக்கிகள்* (Fixed Capacitor)**

மாறா மின்தேக்கிகள் என்பது, ஒர மின்னேற்பியின் மின்னேற்புத்திறன் மதிப்பினை மாற்ற முடியாத மின்தேக்கிகள் ஆகும்.

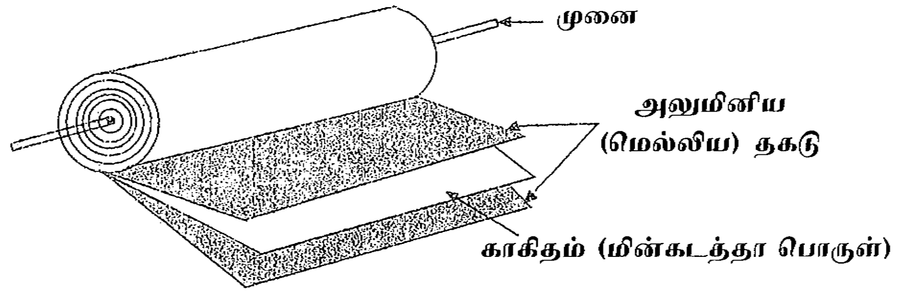


படம் 1.16

மாறா மின்தேக்கிகள்

காகித மின்தேக்கி (Paper Capacitor)

இந்த வகை மின் தேக்கிகளில் இரண்டு மெல்லிய அலுமினியத் தகடுகளுக்கிடையே மெழுகு தடவிய காகிதம் மின்கடத்தாப் பொருளாகப் (Dielectric) பயன்படுத்தப்படுகிறது. பிறகு இது உருளையாக சுருட்டப்பட்டு அதன் இடையில் உள்ள காற்றை நீக்க மெழுகுக்கரைசலில் மூழ்க வைத்து எடுக்கப்படுகிறது. பொதுவாக கப்ளிங் (Coupling), டி - கப்ளிங் (de coupling)



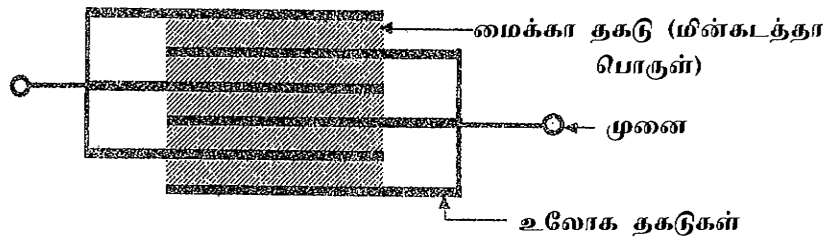
படம் 1.17

செய்ய, சுற்றுகளில் (Circuit) பயன்படுத்தப்படுகிறது. 0.0001 mf முதல் 2 mfd வரை 100 V முதல் 1500 V வரை மின்னழுத்தம் தாங்கக் கூடியதாக பொதுவாக உபயோகப்படுகிறது. இதனுடைய ஏற்ற இறக்கம் $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ வரை உள்ளதாக தயாரிக்கப்படுகிறது.

காகித மின்தேக்கிகளின் பயன்கள்

காகித மின்தேக்கிகள் பிளாக்கிங் (Blocking), கப்ளிங் (Coupling) டி-கப்ளிங் (De coupling), மின்மாற்றுப்பாதை (By bassing), வடி கட்டுதல் (Filter) முதலிய வேலைகளுக்காகவும், ஒலியலைகள் (20 K Hz வரையில்) அனுமதிக்கும் வகையிலும் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

மைக்கா மின்தேக்கி (Mica Capacitors)



படம் 1.18

இந்த வகை மின்தேக்கிகளில் காகித மின்கடத்தாப் பொருள்களுக்கு பதில், மைக்கா மின் கடத்தாப் பொருளாகப் (Mica Dielectric) பயன்படுத்தி தயாரிக்கப்படுகிறது. இதே போல சில்வர் மைக்கா மின் தேக்கிகளில் (Silver Mica Capacitor) மைக்கா தகட்டின் இருபுறமும் சில்வர் பூச்சு பூசப்பட்டு அவைகள் கடத்தி தகடுகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மைக்கா மின் தேக்கிகள் உயர்அலை வடிகட்டிகளில் (High pass filler) கப்ளிங் (Coupling) மின் தேக்கிகளாகவும், தெரிவு செய்யும் (tuning) மின்தேக்கிகளாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அடுக்கப்பட்ட(stacked) மைக்கா மின்தேக்கிகள் 5 முதல் 1000 Pf வரையிலும், சில்வர் மைக்கா மின் தேக்கிகள் 100 Pf முதல் 3300 Pf வரையிலும் $\pm 10\%$ ஏற்ற இறக்கத்தில் கிடைக்கின்றன.

பல இடங்களில் மைக்கா மின்தேக்கிகளுக்குப் பதிலாக செராமிக் மற்றும் கண்ணாடி (Glass) மின் தேக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

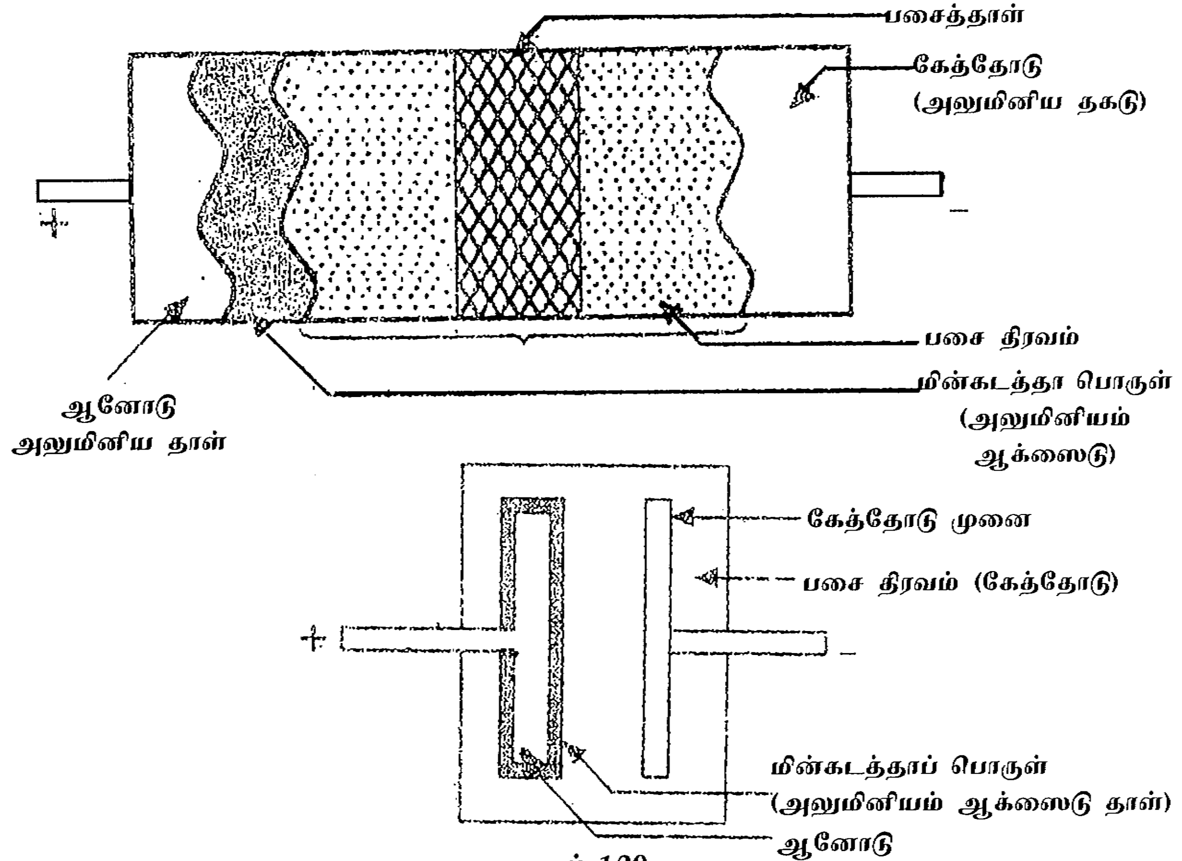
செராமிக் மின்தேக்கி (Ceramic Capacitor)



படம் 1.19

இவ்வகை மின்தேக்கிகள் நவீனமானதாகும். இதில் செராமிக் துகள்கள் மின் கடத்தாப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் இருபுறமும் உலோகப்பூச்சு கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த மின்தேக்கிகள் I PF முதல் 1000 வரையில் கிடைக்கின்றன. மேலும் இவ்வகை மின்தேக்கிகள் வெப்பநிலை மாற்றத்தால் பாதிக்கப்படாமல் இருக்கும்.

பசை மின்தேக்கி (Electrolytic Capacitor)



படம் 1.20

இவ்வகை மின்தேக்கிகள் வடிகட்டும் மின் சுற்றுகளில் (Filter circuit) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த மின்தேக்கியில் அலுமினியம் போரேட் (Aluminium Borate) பசை எலக்ரோலைட்டாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த பசை ஈர நிலையில் உபயோகப்படுத்தப்பட்டால் அது ஈரமான பசை மின்தேக்கி (Wet ElectrolyticCapacitor) என்றும் இந்த பசை உலர்ந்த நிலையில் இருந்தால் உலர்பசை மின்தேக்கி (dry electrolytic Capacitor) என்றும் அழைக்கப்படும். ஈரமான மின்தேக்கிகள் தற்போது உபயோகத்தில் இல்லை. உலர்ந்த பசை மின் தேக்கிகள் சரியான துருவங்களுடன் இணைக்கப்பட வேண்டும். இவ்வாறு செய்யாவிடில் மின்தேக்கியில் பிரேக் டவுன் (Breakdown) ஏற்படுவதுடன் மின்தேக்கி பழுதாகிவிடும். இந்த மின்தேக்கிகளின் துருவ இணைப்புகள் அதன்மேலேயே குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். பசை மின்தேக்கிகளை சர்ஜ் (Surge) மின்னழுத்தத்தில் பயன்படுத்தக்கூடாது.

இயங்கு மின்னழுத்தம் (Working Voltage)

மின்தேக்கியில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும் மின்னழுத்தம்தான் மின்தேக்கிக்கு அளிக்கப்படவேண்டிய அதிக பட்ச மின்னழுத்தம் ஆகும். மின்தேக்கி பாதுகாப்பாக இயங்க, குறிப்பிட்டுள்ள மின்னழுத்தின் அளவில் 2/3 பங்கு அளவிற்குள் பயன்படுத்த வேண்டும்.

மாறும் மின்தேக்கிகள் (Variable Capacitor)

மாறும் மின்தேக்கிகள் என்பது குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் இதன் மதிப்பை மாற்றி அமைக்கலாம்.

பாதிமாறும் மின் தேக்கிகள் (Semi Variable Condensor)

டிரிம்மர் (Trimmer) இந்த வகையில் ஒரு தகடு நிலையானதாகவும், அதன்மேல் மற்றொரு தகடு தொலைவாகவும், நெருக்கமாக நகரும்படியும் ஒரு திருகில் (Screw) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தகடுகள் அருகருகே இருந்தால் அதன் மின்னேற்கும்திறன் அதிகமாக இருக்கும். தகடுகள் அதிக இடைவெளியுடன் அடைக்கப்பட்டால் மின்னேற்கும்திறன் குறைவாக இருக்கும். இவையே டிரிம்மர் எனப்படும்.

டிரிம்மர்கள் 4 PF முதல் 70 PF வரை கிடைக்கும். இவை ரேடியோ ஏற்பிகளில் சரியான நிலையத்தை தெரிவு செய்யும் சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பேடர்கள் (Fader) : பாதிமாறும் மின்தேக்கிகளில் மற்றொரு வகை பேடர்கள் ஆகும். இவை வால்வு ரேடியோக்களில் அலைமாற்றிப் பகுதிகளில் தெரிவு செய்தல் வேலைகளுக்காகப் பயன்படுகிறது. இவை 330 முதல் 1000 PF வரை மதிப்புகளில் உள்ளன.

மாறும் மின்தேக்கிகள் (Variable Capacitor – gang capacitor)

மாறும் மின்தேக்கிகளானது ஒரு குறிப்பிட்ட அலை வரிசையை தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. இதில் இரண்டு தொகுதி தகடுகள் இருக்கும். ஒரு தொகுதி நிலையானது ஆகும். இது ஸ்டேட்டார் (Stator) எனப்படும். இன்னொரு தொகுதி இயங்கக்கூடியதாகும். இவை ரோட்டார் (Rotor) எனப்படும். இந்த தகடுத் தொகுதிகளில் இயங்கும் தகடுகள் நிலைத் தகடுகளைவிட்டு முழுவதும் வெளியில் இருந்தால், இரு தொகுதி தகடுகளுக்கிடையே பரப்பு குறைவாக இருப்பதால் அந்த நிலையில் மின்னேற்புத்திறன் குறைவாகும். மாறாக இரண்டு தொகுதி தகடுகளில் இயங்கும் தகடுகள் முழுவதும் நிலைத்தகடுகளுக்குள் இருந்தால், அந்த நிலையில் தகடுகளின் பரப்பு அதிகமாக இருப்பதால் மின்தேக்குத்திறன் அதிகமாக இருக்கும். இதன் குறைந்த அளவு மின்னேற்புத்திறன் 49 PF அதிகபட்ச மின்னேற்புத் திறன் 500 PF இவ்வகை மின்தேக்கிகள் 250 PF முதல் 350 PF வரை மதிப்புகளில் கிடைக்கும்.

இயங்கும் தகடுகள் (rotors) பொதுவாக தளத்துடன் (Chasis) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த வகை மின்தேக்கிகளின் தேக்குத்திறனானது இதனுள் உள்ள தகடுகளின் அளவையும் பரப்பையும் பொறுத்ததாகும்.

டி.சி. சுற்றுகளில் மின் தேக்கிகளின் செயல்பாடுகள்

ஒரு மின்தேக்கியானது டி.சி மின்சுற்றில் இணைக்கப்படும்போது முழுவதும் சீராக மின்தேக்கம் ஏற்படும் வரை (charge) அதில் அதிகமாக மின்னோட்டம் ஏற்படும். மின் தேக்கிகளில் முழுவதும் மின்தேக்கம் ஏறப்பட்டவுடன் மின்னோட்டம் நின்று அதன் மின்னழுத்த அளவு சுற்றுக்கு கொடுக்கப்பட்ட மின் அழுத்தத்திற்கு சமமாக இருக்கும்.

ஏ.சி. சுற்றுகளில் மின் தேக்கிகளின் செயல்பாடுகள்

ஒரு மின்தேக்கியானது ஏ.சி. மின்சுற்றில் இணைக்கப்படும் பொழுது அதில் ஒரே திசையில் முதல்கால் சுற்றில் (Quarter Cycle) மின் தேக்கமும், இரண்டாவது கால் சுற்றில் மின் இறக்கமும் (Discharge) ஏற்படும். மீண்டும் மூன்றாவது கால்சுற்றில் மின்தேக்கமும், நான்காவது கால்சுற்றில் மின் இறக்கமும், எதிர்த் திசையில் ஏற்படுகிறது.

மின் தேக்கியில் ஏற்படும் இழப்புகள் (Losses in Capacitor)

ஒரு மின்தேக்கியில் மூன்று இழப்புகள் ஏற்படுகின்றன.

1. மின்தடை இழப்பு (Resitance Loss)

தகடுகளின் மின்தடையின் காரணமாக மின்தடை இழப்பு ஏற்படுகிறது.

2. கசிவு இழப்பு (Leakage Loss)

மின்கடத்தாப் பொருளில் மின்னோட்டம் கசிவதால் (Leakage) இழப்பு ஏற்படுகிறது.

3. மின்கடத்தாப் பொருள் இழப்பு (Di-Electric Loss)

மின்கடத்தாப் பொருளினால் ஏற்படும் மின்சக்தி ஈர்ப்புக்கு மின் கடத்தாப் பொருள் இழப்பு என்று பெயர்.

மின்தேக்கியினை சோதிக்கும் முறை

மின்தேக்கிகளை ஓம்மீட்டரைக் கொண்டு சோதிக்கும் முறை

1. முதலில் மின்தேக்கியை மின்னிறக்கம் செய்யவேண்டும்.
2. ஓம் மீட்டர் மின்னழுத்தம் மின்தேக்கியின் இயங்கும் மின்னழுத்தத்தை விட மிகாமல் இருக்க வேண்டும்.
3. இணை மின்தடை அளவீடுகளைத் தவிர்ப்பதற்கு மின்தேக்கியில் ஒரு முனையைச் சுற்றிலிருந்து நீக்க வேண்டும்.
4. சரியான மின்தடை அளவீடு கிடைக்க கடத்திப் பகுதியின்மேல் கைவிரலை வைக்கக் கூடாது.
5. ஓம் மீட்டரின் அளவுகோல் அளவீடு அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

ஓம் மீட்டர் சோதனையில் மின் தேக்கியில் பழுதுகள் இருந்தால் காணப்படும் அறிகுறிகள்

1. மீட்டரின் முள் முழுவதும் விலகி 0 யை அடைந்து அங்கேயே நிலையாக இருந்தால் மின்தேக்கியில் (Short Circuit) குறுக்குச் சுற்று ஏற்பட்டுவிட்டது.

2. மீட்டரில் முள் மிக குறைந்த மின்தடைப் பகுதிக்குச் சென்று மின்தேக்கி மின்னேற்றம் (Charge) பெறுவதைக் காட்டி, பின்பு இயல்பான அளவைவிடக் குறைவாகக் காட்டினால் மின்தேக்கி கசிவு ஏற்பட்டுவிட்டது என்பதாகும்.

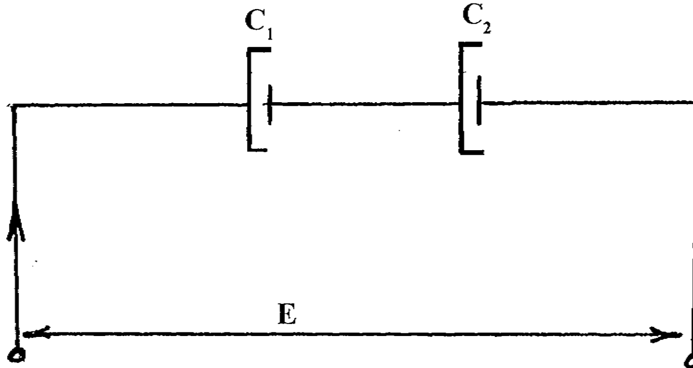
3. மீட்டரின் முள் நகராமல் முடிவிலியில் **(Infinity)** நின்றால் மின்தேக்கி ஓப்பன் ஆகி விட்டது எனப்பொருள்

4. மீட்டரின் முள் முழுவதும் விலகி குறைந்த மின்தடைப்பகுதிக்கு சென்று மின்தேக்கி மின்னேற்றம் பெறுவதைக் காட்டி, பிறகு மெதுவாக முடிவிலியை நோக்கி திரும்பி வந்தால் மின்தேக்கி நன்றாக உள்ளது எனப்பொருள்.

மின்தேக்கிகளை தொடரிணைப்பில் இணைத்தல்

இரண்டு மின்தேக்கிகளை தொடரிணைப்பில் இணைத்தால் அதன் மொத்த மின்தேக்குத்திறன்.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



படம் 1.21

கணக்குகள்

1. 0.002 mf, 0.005 mf அளவுள்ள இரண்டு மின்தேக்கிகள் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டால் மொத்த மின்தேக்குத்திறன் எவ்வளவு?

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2} = \frac{0.002 \times 0.005}{0.002 + 0.005}$$

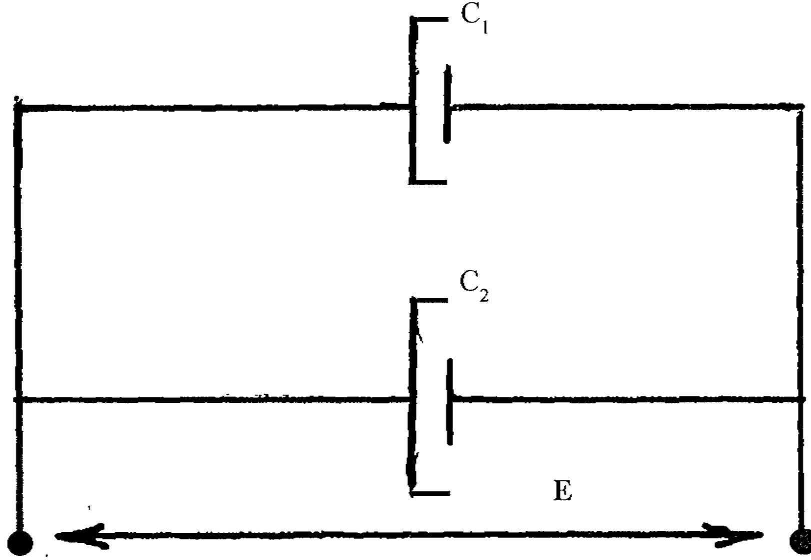
$$= \frac{0.00001}{0.007}$$

$$= \frac{0.01}{7} = 0.00143 \text{ mf}$$

மின்தேக்கிகளைப் பக்க இணைப்பில் இணைத்தல்

இரண்டு மின்தேக்கிகளை பக்க இணைப்பில் இணைத்தால் அதன் மொத்த மின்தேக்குத் திறன்

$C = C_1 + C_2$



படம் 1.122

கணக்கு

1. $C_3 = 0.005$, $C_2 = 0.005$, $C_3 = 0.01$ ஆகிய அளவுள்ள மின்தேக்கிகள் பக்க இணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்டால் மின் தேக்கிகளின் மொத்த மின்தேக்குத் திறன் காண்க.

   $C = C_1 + C_2 + C_3 = 0.005 + 0.005 + 0.01 = 0.02$ mf .

2. 100 mfd, 10 mfd, ஆகிய இரு மின்தேக்கிகள் பக்க இணைப்பில் இணைத்தால் மொத்த மின்தேக்குத் திறன் எவ்வளவு

   $C = C_1 + C_2$

   $C = 100 + 10$

   $C = 110$ mfd

மின்தேக்கியில் காணப்படும் குறைபாடுகள்

திறந்து போகுதல்

1. பசை மின்தேக்கியில் பசை உலர்ந்து விடுவதால் குறைபாடு ஏற்படும்.
2. இணை இணைப்பு கம்பிகள் உட்புறமாகத் தொடர்ச்சி இல்லாமல் போதல், இது காகித, பாலிஸ்டர் மின் தேக்கிகளில் ஏற்படும்.

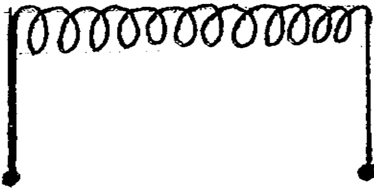
குறுக்குச் சுற்று (Short)

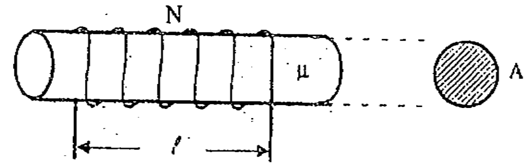
1. உட்புறமாக இரண்டு தகடுகளும் ஒன்றை ஒன்று தொட்டுக் கொள்வதால்.
2. இயக்க மின்னழுத்தத்தைவிட சுற்று மின்னழுத்தம் அதிகமாவதால்.

கசிவு (Leakage)

மின்கடத்தாப் பொருள் தன்னுடைய மின்தடைத் தன்மையை இழந்துவிடுதல். இது அதிகமான மின்னழுத்தத்தை ஏற்பதால் விளையும்.

1.5. காயில்கள் (Coils)





படம் 1.23

சென்ற பாடத்தில் ஏ.சி. டி.சி. சுற்றுகளில் கன்டன்சர்களின் செயல்களை பற்றி பார்த்தோம். இப்போது காயில்களைப் பற்றியும், ஏ.சி, டி.சி சுற்றுகளில் அவைகளின் செயல்களைப் பற்றியும் பார்ப்போம்.

காயில்கள் (Inductor or Coils)

இன்டக்டன்ஸ் என்ற தன்மையை முக்கியப் பண்பாக கொண்ட உறுப்புகளைக் காயில்கள் என்கிறோம். இயைவு சுற்றுகள் (Turned circuits), பில்ட்டர் சுற்றுக்கள் (Filter Circuit) ஆகியவைகளல் கன்டன்சர்களுடன் இணைந்து இவைகள் செயலாற்றுகின்றன.

இன்டக்டன்ஸ் (Inductance)

ஒரு சுற்றில் செல்லும் மின்சாரத்தின் ஏற்ற இறக்கங்களை அதாவது மாற்றங்களை எதிர்க்கும் பண்பை இன்டக்டன்ஸ் என்கிறோம். காயில்கள் இப்பண்பை பெற்றுள்ளன. இன்டக்டன்ஸ் தன்மையின் அலகு ஹென்றி (Henrry L) ஆகும். காயில்களைக் கொண்டு பல சோதனைகளை மேற்கொண்ட ஜோஸப் ஹென்றி என்பவரின் பெயரால் இவ்வலகு குறிக்கப்படுகிறது.

ஒரு காயிலில் செல்லும் மின்சாரம் திடீரென கூடும்போதோ அல்லது குறையும்போதோ, அதைச் சுற்றி காந்த மண்டலம் உண்டாகிறது. காந்த மண்டலத்தின் தன்மை மாற்றத்தை எதிர்க்கும் தன்மை உடையதாக உள்ளது. இது தானேதுாண்டல் ஈ.எம்.எப். (self - Induced EMF) அல்லது கவுன்ட்டர் (Counter) ஈ.எம்.எப். எனப்படுகிறது. இதனால் இன்டக்டன்ஸ் என்ற எதிர்ப்புத் தன்மை உண்டாகிறது.

ஒரு ரெஸிஸ்டர் மின்தடையைப் பெற்றிருப்பதைப் போலவே ஒரு காயிலும் இன்டக்டன்ஸ் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. காயிலின் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையும், கோர் (Core) செய்யப்பட்ட பொருளும் இன்டக்டன்ஸ் அளவை நிர்ணயிக்கின்றன. காயிலின் விட்டமும், சுருளுக்கும் இடையே உள்ள துாரமும்கூட இன்டக்டன்ஸ் தன்மையின் அளவை நிர்ணயிக்கின்றன.

ஏ.சி., டி.சி. சுற்றுகளில் காயில்களின் செயல்பாடு

டி.சி., சுற்றுகளில் சுவிட்ச் ஆன் செய்த உடன் ஏற்படும் பேக் இ.எம்.எப். (Back Emf) சுற்றில் உண்டாகும் மின்னோட்டத்தை எதிர்க்கிறது. நிலையான காந்தப்புலத்தைப் (Constant Magnetic Field) பெற்றவுடன் இந்த பேக் இ.எம்.எப் (Back emf) மறைந்துவிடுகிறது. அதாவது சுவிட்ச் ஆன் செய்யும் அந்த மிகக்குறுகிய காலத்திற்கு மட்டுமே பேக் இ.எம்.எப் (Back emf) செயல்பட்டு இன்டக்டன்ஸ் தன்மை இருக்கும். ஆன் செய்த பின்னர் இன்டன்டக்ஸ் தன்மை இருக்காது. அதாவது டி.சி சுற்றுகளில் காயில் வெறும் ரெஸிஸ்டன்ஸ் என்ற தன்மையை மட்டும் பெற்றிருக்கும். அதை கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட வேண்டியதில்லை.

ஏ.சி. மின்சுற்றுகளில் மின்னோட்டம் தொடர்ந்து மாறிக்கொண்டு இருப்பதால், பேக். இ. எம். எப் (Back emf) தொடர்ந்து இருக்கிறது. இந்த பேக் இ.எம்.எப்.-ன் மின்னோட்டத்தில் உண்டாகும் மாற்றங்களையும் (Frequency), காயிலின் கோரை (Core) பொருத்தும் அமைகிறது. இவ்வாறு ஏசி சுற்றுகளில் உள்ள காயில்களுக்கு சாதாரணத் தடை (Resistance) மட்டுமல்லாமல் இந்த பேக் இ.எம்.எப் (Back emf) காரணமாக உண்டாகும் தடையும் சேர்ந்து அமைகிறது. இவ்வாறு மாறு மின்னோட்டத்தின் காரணமாக உண்டான இவ்விரு தடைகளின் மொத்த விளைவை இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் (Inductive Reactance) என்கிறோம்.

1.6. டிரான்ஸ்பார்மர் (Transformer)

டிரான்ஸ்பார்மர்

டிரான்ஸ்பார்மர் என்பது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட காயில்களைக் கொண்ட ஒரு சாதனமாகும். மின்சக்தி ஒரு காயிலிலிருந்து மற்ற காயிலுக்கு பரஸ்பர தூண்டுதல் (Mutual Inductance) கொள்கையின் அடிப்படையில் மாற்றப்படுகிறது.

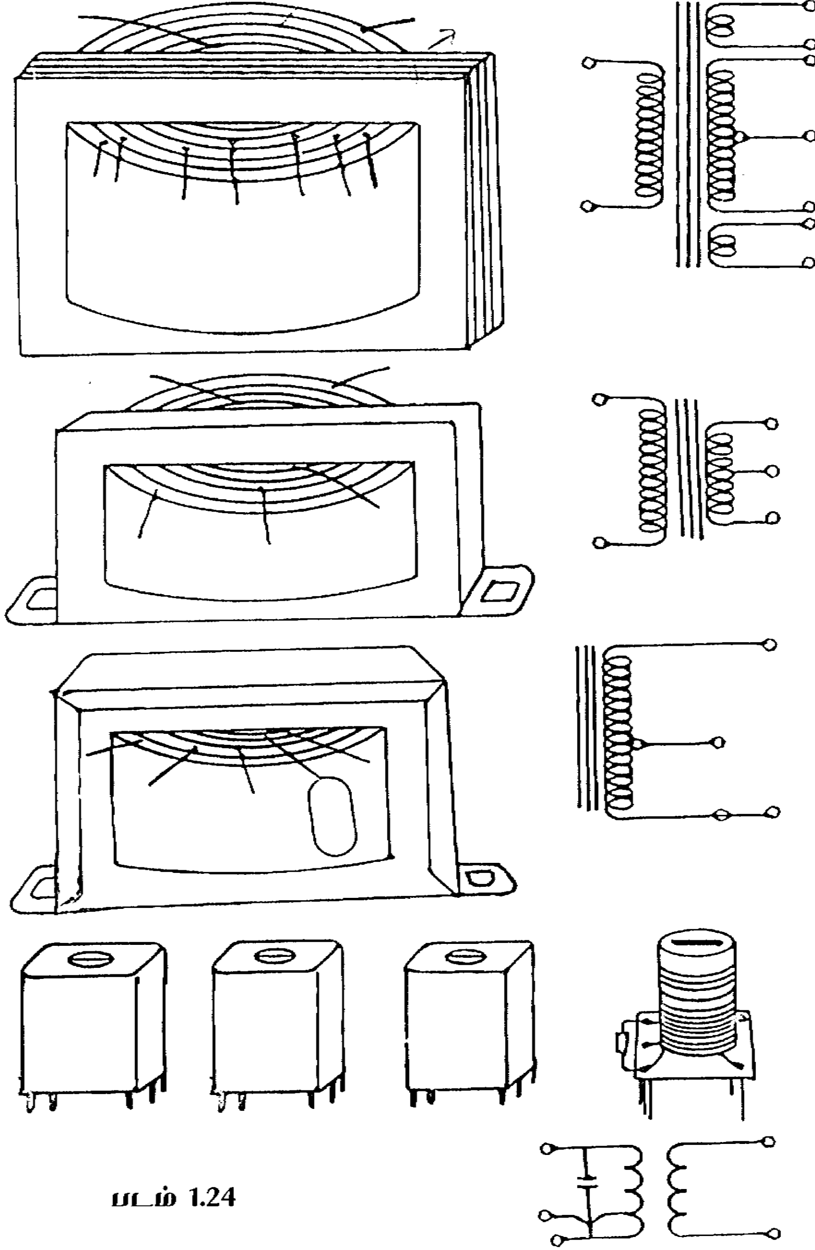
டிரான்ஸ்பார்மரின் அமைப்பு கொள்கை

டிரான்ஸ்பார்மர் ஒரு பிரைமரி காயிலையும், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட செகணடரி காயில்களையும் (Secondary Winding), கொண்ட ஒரு நிலையான சாதனமாகும். மின்சக்தி, பிரைமரியில் காந்த சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த காந்த சக்தி செகண்டரியில் மீண்டும் மின்சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. மின்காந்தத் தூண்டல் அடிப்படையில் இச்செயல் நடைபெறுகிறது.

பரஸ்பர தூண்டல் (Mutual Inductance) அடிப்படையில் செகண்டரி காயிலில் மின் இயக்குவிசை (EMF) தூண்டப்படுகிறது. பிரைமரியில் செல்லும் மாறுமின்னோட்டம், மாறும் தன்மையுள்ள காந்த மண்டலத்தை செகண்டரியில் உண்டாக்குகிறது. இந்த மாறும் காந்த மண்டலம், செகண்டரி காயிலை வெட்டி, அதில் ஒரு மின்இயக்கு விசையை ஏற்படுத்துகிறது. பிரைமரி காயிலில் நேர் மின்சாரத்தை செலுத்தினால் மின்சார ஓட்டம் மாற்றமடைவதில்லை. ஆதலால் மாறாத காந்த மண்டலம் உண்டாகிறது. இதன் காரணமாக செகண்டரி காயிலில் மின் இயக்குவிசை தூண்டப்படுவதில்லை. இதிலிருந்து டிரான்பார்மர் ஏ.சி.-யில் மட்டுமே செயல்படும் எனத் தெரிகிறது.

சுற்றுகளின் விகிதம் (Turns - Ratio)

மின்மாற்றி காயில், செகண்டரியில் மின் இயக்கு விசையைத் தூண்டுகிறது எனப்பார்த்தோம். இந்த துண்டப்பட்ட மின் இயக்குவிசை அதன் சுருள்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகித்தில் இருக்கும். இவ்வாறு ஒரு மின்னழுத்த டிரான்பார்மரில் பிரைமரி ஓல்டுட்களுக்கும், செண்டரி



படம் 1.24

ஓல்டுகளுக்கும், உள்ள விகிதமும் பிரைமரி கம்பிச் சுருளின் எண்ணிக்கைக்கும் செகண்டரி கம்பிச் சுருளின் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள விகிதமும் சமமாக இருக்கும்.

அதாவது $\frac{E_P}{E_S} = \frac{N_P}{N_S}$

ஒரு டிரான்ஸ்பார்மரின் ஒவ்வொரு சுற்றும் (Turn) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மின்னழுத்தங்களை ஏற்கும் திறனுடையவை. இதுவே டிரான்ஸ்பார்மர் Turns Per Volt ஆகும். உதாரணமாக பிரைமரி காயிலில் ஒரு மின்னழுத்தத்துக்கு 5 சுற்று தேவைப்பட்டால், 220 மின்னழுத்த அழுத்தமுள்ள ஏ.சி.யை ஏற்க அதில் 220 x 5 = 1100 சுற்றுக்கள் இருக்கும். அந்த டிரான்ஸ்பார்மர் ஸ்டெப்

டவுன் வகையாகவும் செகண்டரி மின்னழுத்தம் 110 வோல்ட் ஆகவும் இருந்தால் செகண்டரியின் சுற்றுக்கள் 110 x 5 = 550 ஆக இருக்கும்.

டிரான்ஸ்பார்மரின் வகைகள் (Types of Transformers)

டிரான்ஸ்பார்மர்கள் சுருள்களின் எண்ணிக்கை விகிதம் (Turns Ratio), கோரின் வகை, பயன் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றது.

டிரான்ஸ்பார்மர் (Transformer)

Turns Ratio	Core	Use
1. Step-up Transformer	1. Air Core	1. Power Transformer
2. Step-down Transformer	2. Iron Core	2. R.F. Transformer
3. Isolating Transformer	3. Ferrite Core	3. I.F Transformer
		4. Audio Transformer

1. ஸ்டெப் அப்-டிரான்ஸ்பார்மர்

செகண்டரி சுருளின் எண்ணிக்கை பிரைமரி சுருளின் எண்ணிக்கையை விட அதிகமாக இருந்தால் அது ஸ்டெப் -அப்- டிரான்ஸ்பார்மர் ஆகும். இவ்வகை டிரான்ஸ்பார்மர்கள் மின் உற்பத்தி நிலையங்களில், மின் சக்தியை நீண்ட தூரங்களுக்கு அனுப்பப்பயன்படுகிறது.

	பிரைமரி	செகண்டரி
சுற்று விகிதம் (Turns – ratio)	1	2
மின்னழுத்த விகிதம் (Voltage – ratio)	1	2

2. ஸ்டெப் டவுன் டிரான்ஸ்பார்மர்

இந்தவகை டிரான்ஸ்பார்மர்களின் பிரைமரி சுருளின் எண்ணிக்கை செகண்டரியின் எண்ணிக்கையைவிட அதிகமாக இருக்கும். இவ்வகை டிரான்பார்மர்கள் ரேடியோ, டெலிவிஷன், எலிமினேட்டர் போன்ற பலவற்றில் பயன்படுகிறது.

	பிரைமரி	செகண்டரி
சுற்று விகிதம் (Turns – Ratio)	2	1
மின்னழுத்த விகிதம் (Voltage – Ratio)	2	1

3. ஐசோலேட்டிங் டிரான்ஸ்பார்மர்

இவ்வகை டிரான்ஸ்பார்மர்கள் 1 : 1 என்ற விகித்தில் சுற்றப்பட்டு இருக்கும். பழுதுபார்க்கும் நிலையங்களில் இவை மிகுதியாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மெயின் சப்ளையுடன் நேரடியாக கருவி இணைக்கப்படுவதை இந்த டிரான்ஸ்பார்மர் தடுக்கிறது.

4. ஏர்கோர் டிரான்ஸ்பார்மர்

இவ்வகை டிரான்ஸ்பார்மரின் காயில்கள் காந்த இயல்புகள் இல்லா அட்டை, பிளாஸ்டிக் உருளைகள் மீது சுற்றப்படுகின்றன.

உதாரணம் : ஆன்ட்டெனா, காயில், ஆர்.எப். டிரான்ஸ்பார்மர்

5. அயர்ன் கோர் டிரான்ஸ்பார்மர்

இவ்வகை டிரான்பார்மர்களில், மெல்லிய இரும்பு தகடுகளின் (Laminations) மீது இரு காயில்களும் சுற்றப்படுகின்றன. எட்டி கரண்ட் (Eddy Current loss) என்ற இழப்பைக் குறைக்க, மெல்லிய இரும்பு தகடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

உதாரணம் :
1. பவர் டிரான்ஸ்பார்மர்
2. எலிமினேட்டர் டிரான்ஸ்பார்மர்
3. அவுட்புட் டிரான்ஸ்பார்மர்

6. எலிமினேட்டர் டிரான்ஸ்பார்மர்

இவ்வகை டிரான்ஸ்பார்மர்கள் ஸ்டெப் டவுன் (Step down) வகையைச் சார்ந்தது. மிகுதியாக பவர் சப்ளை பகுதியில் பயன்படுகிறது. பொதுவாக டிரான்சிஸ்டர் ஏற்பிகளுக்கு 3 முதல் 12 வோல்டுகள் தேவைப்படுவதால், சப்ளை மின் அழுத்தமான 220 வோல்ட் ஏ.சியை குறைத்துக் கொடுக்க இவைகள் பயன்படுகின்றன. இதற்கு ஏற்றபடி சுற்றுகளின் விகிதம் இருக்கும். இந்த டிரான்பார்மர்களின் செகண்டரியில் பல டேப்பிங்ஸ் (Tapping) இருக்கும்.

7. பெர்ரைட் கோர் டிரான்ஸ்பார்மர்

இவ்வகை மின் மாற்றியில் பெர்ரைட் பொருளினால் ஆன உருளைகளின் மீது காயில்கள் சுற்றப்படுகின்றன.

உதாரணம் : ஈ. எச். டி . டிரான்ஸ்பார்மர்.
ஐ. எப். டிரான்ஸ்பார்மர்
ஆன்டெனா காயில்கள்.

8. அவுட்புட் டிரான்ஸ்பார்மர்

பொதுவாக எல்லா ரேடியோ ஏற்பிகளிலும் இவ்வகை டிரான்பார்மர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை ஏற்பியின் வெளியீடு இம்பிடன்ஸையும் ஒலிப்பெருக்கியின் உள்ளீடு இம்பிடன்ஸையும் இணைக்கும் வேலையைச் செய்கிறது. இது ஒரு ஸ்டெப்டவுன் வகையைச் சேர்ந்த ஏ.எப்.டிரான்ஸ்பார்மராகும்.

9. AF டிரான்ஸ்பார்மர்

ரேடியோ ஏற்பிகளின் டிரைவர் நிலையில் முதல்நிலை ஏ.எப். பெருக்கி டிரான்சிஸ்டர்களையும், அவுட்புட் டிரான்சிஸ்டர்களையும் இணைக்கும் வேலையை இது செய்கிறது. இதன் பிரைமரி முதல் ஏ. எப். டிரான்சிஸ்டரின் கலெக்டருடனும், இதன் செகண்டரி டேப் மூலம் அவுட்புட் டிரான்சிஸ்டரின் பேஸ்பனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

10. IF டிரான்ஸ்பார்மர்

இது ஓர் ஆர்.எப். டிரான்ஸ்பார்மராகும். இது ரேடியோ ஏற்பிகளில் ஐ.எப் பெருக்கி நிலைகளில் ஐ.எப் அலைகளை இயைவு செய்து, பெருக்குகிறது. இந்நிலையின் உள்ளீடாகவும், வெளியீடாகவும் ஐ.எப்.டிரான்ஸ்பார்மர்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இரண்டு ஐ.எப் பெருக்கும் நிலைகள் இருந்தால், பயன்படுத்தும் ஐ.எப். டிரான்ஸ்பார்மர்களின் எண்ணிக்கை N+1=3 ஆக இருக்கும்.

11. பேலன் டிரான்ஸ்பார்மர்கள் (Balan Transformer)

இது ஒரு பெர்ரைட் கோர் வகை டிரான்ஸ்பார்மராகும். டெலிவிஷன் ஏற்பிகளில் பேலன்ஸ்டு (Balanced) அன்பேலன்ஸ்டு (Unbalanced) இம்பிடன்ஸ் நிலைகளை இணைக்க இது பயன்படுகிறது.

டிரான்ஸ்பார்மரில் உண்டாகும் இழப்புகள் (Transformer losses):

ஒரு மிகச் சிறந்த டிரான்ஸ்பார்மரில் கூட சில வகை இழப்புகள் (Losses) உண்டாகின்றன. சிறந்தவகை பொருள்களைக் கொண்டு தயாரிப்பதினால் இந்த இழப்புகளைக் குறைக்க முடியுமே ஒழிய முற்றிலும் நீக்க முடியாது. இழப்புகள் மூன்று வகைப்படும்.

1. **காப்பர் இழப்பு :** காயில்கள் சுற்றப்பட்டுள்ள செம்புக் கம்பிகளின் மின் தடையினால் உண்டாகும் இழப்புகள்.
2. **ஹஸ்டரிசஸ் இழப்பு (Hysterisis loss) :** மாறு மின்னோட்டம் ஒவ்வொரு முறை தன் காந்த முனையை மாற்றிக் கொள்கிறது. இவ்வாறு ஒவ்வொரு முறை திசை மாறும்போதும் சிறிது மின்சக்தி இழப்பு ஏற்படுகிறது. இதுவே ஹிஸ்டரிசஸ் இழப்பு எனப்படும்.
3. **எட்டி கரண்ட் இழப்பு (Eddy current loss) :** மின்னோட்டம் இரும்பு கோரில் பாய்வதால் கோர் வெப்பமடைகிறது. இவ்வாறு எட்டி கரண்ட் பாய்வதால் உண்டாகும் இழப்பு, எட்டி கரண்ட் இழப்பு எனப்படும். இரும்பு கோரை மெல்லிய தகடுகளாக செய்து பயன்படுத்தி, இந்த இழப்பை குறைக்கலாம்.

டிரான்ஸ்பார்மரில் ஏற்படக்கூடிய பழுதுகள் (Failure of the Transformer)

டிரான்ஸ்பார்மர்கள் கீழ்கண்ட காரணங்களினால் பழுதடையலாம்.

1. காயில்கள் ஓபன் சர்க்யூட் (Open Circuit) ஆகலாம்.
2. காயில்கள் ஷார்ட் சர்க்யூட் (Short Circuit) ஆகலாம்.
3. காயில்கள் கோருடன் ஷார்ட் சர்க்யூட் (Short Circuit) ஆகலாம்.

1.7. ஒலி வாங்கி & ஒலி பெருக்கி (Microphones & Loud Speaker)

இப்பாடத்தில் நாம் ஒலிவாங்கி, ஒலி பெருக்கிகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்வோம். ஒலி வாங்கிகளையும், ஒலி பெருக்கிகளையும் “சக்தி மாற்றிகள்” (Transducers) எனலாம். சக்தி மாற்றிகள் என்ற உறுப்புகள் சக்தியை ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்திற்கு மாற்றுபவையாகும். இவைகள் மின்சக்தியை ஒலி சக்தியாகவோ அல்லது ஒலி சக்தியை மின்சக்தியாகவோ மாற்றுகின்றன.

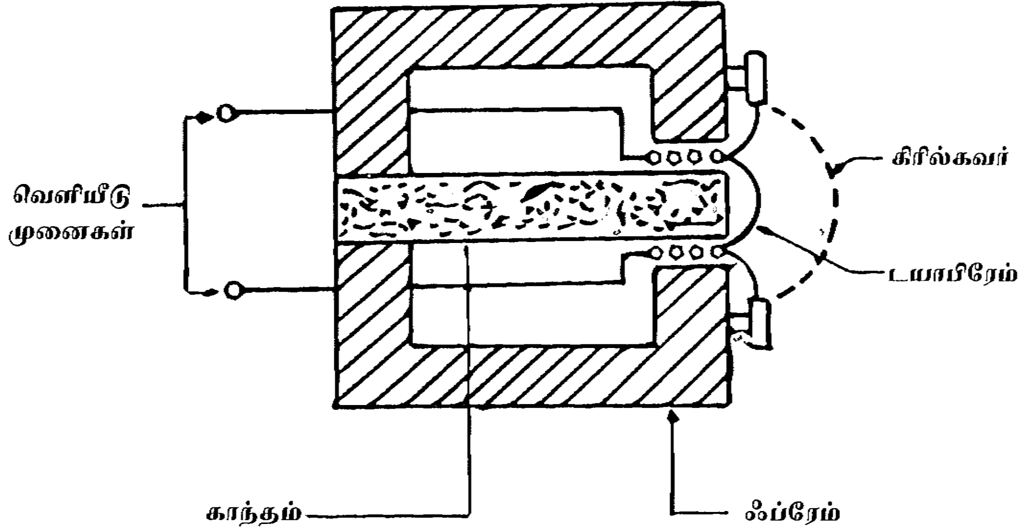
ஒலி வாங்கி (Microphones or Mic)

ஒலி வாங்கி, காற்றில் உண்டாக்கப்படும் ஒலி அலைகளை மின் அலைகளாக மாற்றித்தரும் ஒரு “சக்தி மாற்றும் கருவியாகும்”. ஒலி வாங்கியிலிருந்து கிடைக்கும் மின் அலையை செவியுணர் அலைகள் (Audio Wave) என்கிறோம்.

ஒலி வாங்கியில் பல்வேறு வகைகள் உள்ளன. அவைகள், கார்பன் ஒலி வாங்கி (Carbon microphone) ரிப்பன் ஒலி வாங்கி (Ribbon microphone) டைனமிக் ஒலி வாங்கி (Dynamic microphone) கன்டன்சர் ஒலி வாங்கி (Condensor Microphone) போன்றவை ஆகும். இந்த ஒலி வாங்கிகளின் வெளியீடு உயர்ந்த இம்பிடென்ஸ் (High impedance) ஆகவோ தாழ்ந்த இம்பிடென்ஸ் (Low Impedance) ஆகவோ இருக்கலாம்.

டைனமிக் ஒலி வாங்கி (Dynamic Microphones or Mic)

டைனமிக் ஒலி வாங்கி அல்லது மூவிங் காயில் ஒலி வாங்கி எனப்படும் இவ்வகை ஒலிவாங்கிகள் மின்காந்தத் தூண்டல் (Electromagnetic induction) கொள்கையின் அடிப்படையில் இயங்குகின்றன. ஒரு காந்த மண்டலத்தில், காந்தக் கோடுகளை வெட்டுமாறு ஒரு கடத்தி இயக்கப்பட்டால், அக்கடத்தியில் ஒரு மின் இயக்குவிசை தூண்டப்படுகிறது என்பது இக்கொள்கை ஆகும்.



படம் 1.25

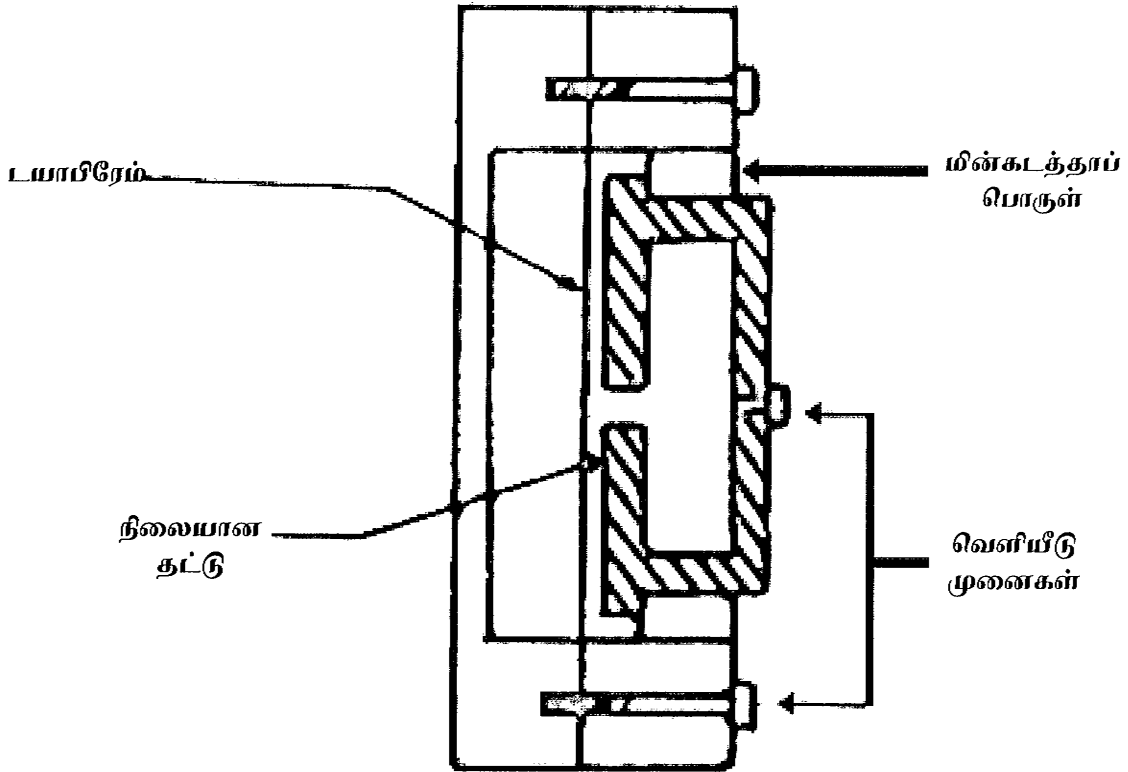
டைனமிக் ஒலி வாங்கியில், வலிமையான காந்த முனைகளுக்கு இடையில் எளிதாக அசையுமாறு ஒரு கம்பிச் சுருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த கம்பிச் சுருளுடன் ஒரு டயாபிரம் உறுதியாக இணைக்கப்பட்டு, இந்த டயாபிரம் ஒலி வாங்கியின் உலோக சட்டத்துடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிச்சுருள் மற்ற பகுதிகளைத் தொடாமலும், நன்றாக இன்சுலேட் செய்யப்பட்டும் இருத்தல் வேண்டும். இந்த மொத்த அமைப்பும் தகுந்த முறையில் பெட்டியில் (Case) வைக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒலி அலைகள் டயாபிரத்தை தாக்கும்போது, டயாபிரமும், அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள காயிலும் முன்னும், பின்னும் அசைகின்றன. இந்த இயக்கத்தினால் கம்பிச் சுருள் காந்தக் கோடுகளை வெட்டி, அதன் காரணமாக அதில் மின்சாரம் தூண்டப்படுகிறது. இந்த தூண்டப்பட்ட மின்சாரத்தின் வலிமையும், அதிர்வெண்ணும் ஒலி அலைகளினால் டயாபிரத்தில் உண்டான அதிர்வுகளின் உண்மையான பிரதிபலிப்பாக இருக்கும். இந்த தூண்டப்பட்ட மின்சாரமே வாங்கியின் வெளியீடாகும்.

ஓர் டைனமிக் ஒலி வாங்கி சுமார் 50 Hz, லிருந்து 10,000 Hz, வரையிலான ஒலி அலைகளுக்கு சீரான அதிர்வெண் உணர்வை உடையதாக இருக்கும். இது ஒரு குறைந்த இம்பிடென்ஸ் கருவியாகும்.

கன்டன்சர் ஒலி வாங்கி **(Condenser Microphone (or) Electrolytic microphone)**

ஒரு கன்டன்சரின் இரு தகடுகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி மாற்றமடையும்போது, கன்டன்சரின் மின்தேக்குத்திறன் (Capacity) மாற்றமடைகிறது என்ற தத்துவத்தின் அடிப்படையில் கன்டன்சர் ஒலி வாங்கி வேலை செய்கிறது. இவ்வகை ஒலி வாங்கியின் அமைப்பு ஒரு கன்டன்சரின் அமைப்பை ஒத்துள்ளது. இதில் ஓர் தகடு அசையாத முறையிலும், அடுத்த தகடு அதிரும்படியும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 1.26

அதிரும் தகடு டயாபிரம் ஆகும். ஒலி அலைகள் டயாபிரமை தாக்கும் போது அது முன்னும் பின்னும் அசைகிறது. அப்போது இரண்டு தகடுகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளியின் அளவு மாற்றமடைந்து, கன்டன்சரின் தேக்குத்திறன் மாற்றமடைகிறது. தேக்குத்திறனில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் ஒலி அலைகளை முற்றிலும் சார்ந்துள்ளது. ஒலி வாங்கி இணைக்கபட்டுள்ள சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டம் இதன் காரணமாக மாற்றமடைகிறது. இம்மாறும் தன்மை ஒலி வாங்கியின் வெளியிடாக எடுக்கப்பட்டு. பெருக்கிகளுக்கு அனுப்பப்படுகிறது. கன்டன்சர் ஒலி வாங்கி ஒரு உயர் இம்பிடென்ஸ் கருவியாகும்.

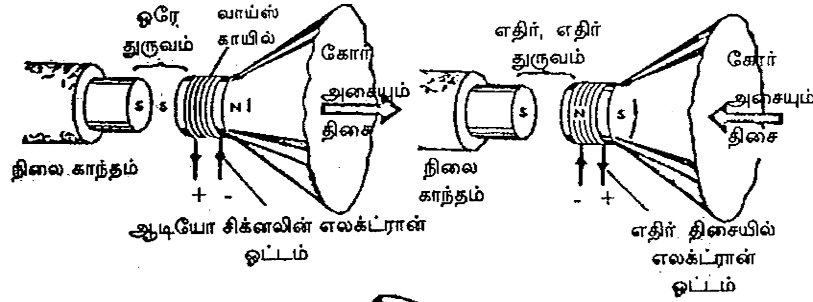
ஒலி வாங்கியின் வெளியீடான ஆடியோ அலைகள் ஆடியோ பெருக்கிகளுடன் ஷீல்டு கேபிள் (Shield Cable) என்ற தனிவகை கடத்திகள் மூலம் இணைக்கப்படும்.

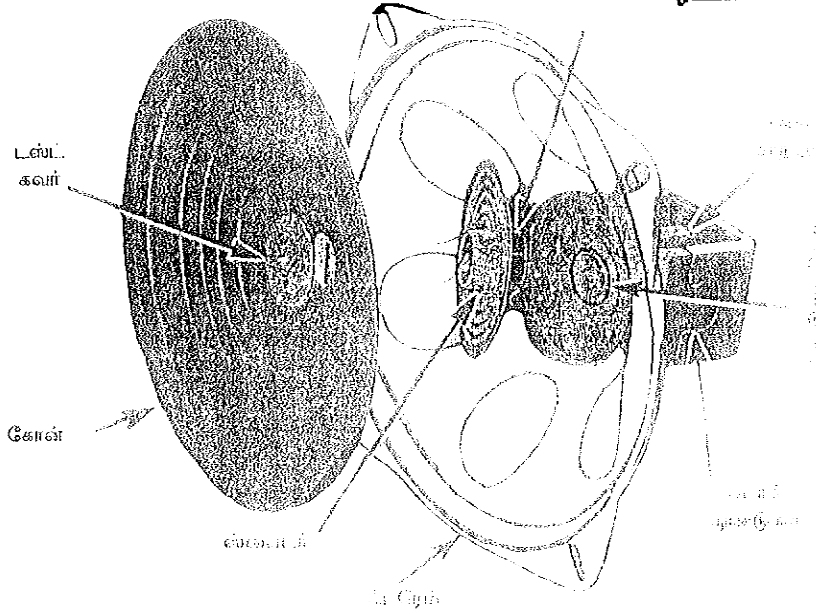
இந்த ஆடியோ அலைகளை ஒலி அலைகளாக மாற்றும் கருவியைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

ஒலிபெருக்கி (Loud Speaker)

ஒலி பெருக்கி என்பது ஆடியோ அலைகளை (மின்சக்தியை) இயக்க சக்தியாகவும், பின்னர் இயக்க சக்தியை ஒலி சக்தியாகவும் மாற்றும் ஒரு சக்தி மாற்றி (Transducer) ஆகும்.

இப்போது ஒரு டைனமிக் ஒலிபெருக்கி அமைப்பைக் காண்போம். பெருவாரியாகப் பயன்படும் டைனமிக் ஒலிபெருக்கி ஒன்றின் குறுக்கு வெட்டு தோற்றப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.





படம் 1.27

'வாய்ஸ்' காயில் எனப்படும் கம்பிச்சுருள் ஒரு வலிமையான காந்த முனைகளுக்கிடையே உள்ள Air gap–ல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. வாய்ஸ் காயில் மீது ஸ்பைடர் (Spider) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. வாய்ஸ் காயிலை Air gap–ன் இடையில் சரியாக பொருத்தியிருக்குமாறு ஸ்பைடர் (Spider) செய்கிறது. வாய்ஸ் காயிலையும், ஒலிபெருக்கியின் விளிம்பையும் இணைக்கும்படியாகவும் எளிதில் அதிரும்படியாகவும் விரைப்பான பேப்பர் கூம்பு (Paper cone) ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

வலிமையூட்டப்பட்ட ஆடியோ அலை (AF-Signal) வாய்ஸ் காயிலில் செல்லும் போது, மாறும் காந்த மண்டலம் உண்டாகிறது. நிலைக் காந்த மண்டலத்திற்கும் மாறும் காந்த மண்டலத்திற்கும் இடையில் உண்டாகும் விசை, வாய்ஸ் காயிலை முன்னும் பின்னும் நகர்த்துகிறது. இதன் காரணமாக இதனுடன் இணைக்கபட்டுள்ள பேப்பர் கோன் அதிர்வடைந்து ஒலியை உண்டாக்குகிறது.

ஒலி பெருக்கியின் இம்பிடென்ஸ்

ஒலி பெருக்கிகள் அவைகளின் இம்பிடென்ஸ் அடிப்படையில் 4 ஓம்கள், 8 ஓம்கள், 16 ஓம்கள் எனப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஒரு டைனமிக் ஒலிபெருக்கி வாய்ஸ் காயில், அதன் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை, கம்பியின் பருமன் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் குறிப்பிட்ட அளவு இம்பிடென்ஸ் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. இதனுடன் இணைக்கப்படும் ஆடியோ பிரிக்வன்ஸி ஆம்பிளிபயரில் (Audio Frequency Amplifier) வெளியீடு சுற்றின் இம்பிடென்ஸ், வாய்ஸ் காயிலின் இம்பிடென்சிற்குச் சமமாக இருந்தால் இரண்டும் சரியாக பொருந்தியிருக்கிறது (proper match) எனப்படும். அவ்வாறு இரண்டு இம்பிடென்ஸ்களும் சமமாக இல்லையெனில் அந்த தன்மை பொருத்தமற்றது (Improper matching) எனப்படும். பொருத்தமற்ற (Improper matching) வெளியீடானது ஒலியின் அதிர்வெண் உணர்வையும் கடுமையாக பாதிக்கின்றன.

ஒலிபெருக்கியின் அதிர்வெண் கையாளும் திறன் (Frequency handling of speakers):

ஒலி பெருக்கிகள் அவை சிறப்பாகச் செயல்படும் அதிர்வெண் வரிசை அடிப்படையில் பிரிக்கப்படுகிறது.

Woofer: ஒலி அலைத் தொகுப்பில் குறைந்த அதிர்வெண் பகுதி ஏற்று செயல்படும் ஒலிப்பெருக்கிகளை Woofer என்கிறோம். குறைந்த அதிர்வெண் பகுதியை வெளியிட கணிசமான சக்தி தேவைப்படுவதால், இவ்வகை ஒலிபெருக்கி பெரிய வடிவினதாக (அதிக விட்டமுடையதாக) இருக்கும்.

Squawker: இது ஆடியோ அலைத் தொகுப்பின் மத்திய பகுதியை ஏற்று வெளியிடும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்ட ஒலிபெருக்கியாகும்.

Tweeter: இது ஆடியோ அலைத் தொகுப்பின் உயர் துடிப்பு பகுதியை ஏற்று வெளியிடும் ஒலிபெருக்கி ஆகும். இது சிறிய அளவினதாகவும் குறைவான விட்டமுடையதாகவும் இருக்கும்.

இருவழி, மூன்று வழி ஒலிபெருக்கி அமைப்பு

ஆடியோ அலைத் தொகுப்பின் முழுப் பகுதியையும் ஒரு ஒலிபெருக்கி சீராகவும், தேவையான அளவும் வெளியிட முடியாது. ஆனால் “கிராஸ் ஒவர்நெட்வொர்க்” (Cross over network) என்ற அமைப்பில் ஒலிபெருக்கிகளைக் கொண்டு “இரு வழி ஒலிபெருக்கி அமைப்பு அமைக்கிறார்கள்”.

மூவழி ஒலிபெருக்கி அமைப்பில் Woofer, squawker, tweeter ஆகியவைகளை அமைத்து அலைத்தொகுப்பின் முழுப்பகுதியையும் சிறப்பாக வெளியிடுமாறு செய்கிறார்கள். ஒரே பெட்டியினுள் இருவழி அமைப்பையோ, அல்லது மூவழி அமைப்பையோ அமைத்து செயல்படுத்தும் முறை Mono phonic Speaker system எனப்படும். ஒரு ஸ்டீரியோ போனிக் ஒலிபெருக்கி அமைப்பில் இவ்வாறான இரண்டு மோனோ போனிக் அமைப்புகள் இருக்கும்.

ஒலி பெருக்கிகளின் மின்சக்தி

ஒலிபெருக்கிகளின் Wattage Rating என்பது அதன் வாய்ஸ் காயில் ஏற்று வெளியிடும் மின்சக்தியின் அளவைக் குறிக்கிறது. அதிக Wattage Rating உள்ள ஒலி பெருக்கிகள் அதிக ஒலிவெளியீட்டினைக் கொடுப்பது மட்டுமின்றி, வாய்ஸ் காயில் கருகிப்போதல், பேப்பர் கோன் கிழிதல் போன்றவைகள் நிகழாமலும் இருக்கும். பொதுவாக ஆம்பிளிபயரின் திறனும் (Wattage) ஒலிபெருக்கியின் Wattage rating-ம் தயாரிப்பாளர்களால் நிர்ணயிக்கப்பட்டிருக்கும். ரேடியோ - டெலிவிஷன் ஏற்பிகளில் பயன்படும் ஒலிபெருக்கிகளின் Wattage Rating சுமார் 0.5 W முதல் 15 W வரையிலும் இருக்கும்.

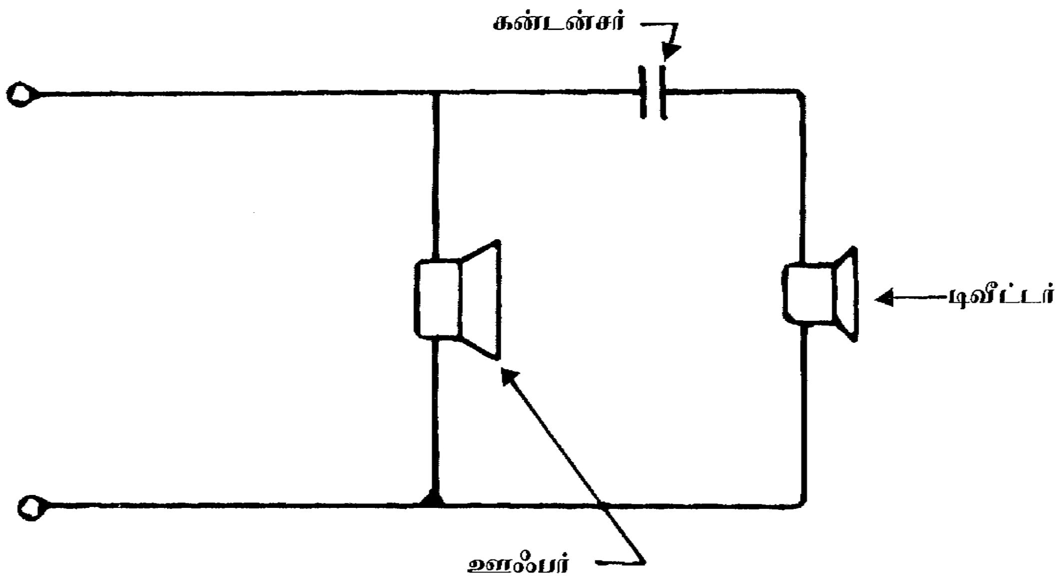
காலம் ஒலிபெருக்கிகள் (Column Loud Speakers)

காலம் ஒலிபெருக்கிகள் என்பன பல சிறிய டைனமிக் ஒலிபெருக்கிகள் ஒரே தன்மையில் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்ட ஒரு அமைப்பாகும். இவைகள் செங்குத்தாகவும் நெருக்கமாகவும், ஒரு பெட்டியினுள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவ்வகை ஒலிபெருக்கி அமைப்புகள் வெளியிடப்படும் ஒலியின் பெரும்பகுதி அவையோரை நோக்கி செல்லுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு மிகச் சிறிய பகுதியே வளைவு மற்றும் கூரைகளின்மீது செலுத்தப்படுவதால் எதிரொலி போன்ற இடையூறுகள் உண்டாவதில்லை. இத்தகைய அமைப்புகள் பெரிய அரங்குகளிலும், ஹால்களிலும் அமைக்க மிகவும் சிறந்தவையாகும்.

ஹார்ன் வகை ஒலிபெருக்கி

இவ்வகை ஒலிபெருக்கிகள் பெரிய கூட்டங்களில் திரளான மக்களுக்கு ஒலியை பெருக்கித்தர ஏற்றன. இம்முறையில் ஒலியை வெளியிடும் அமைப்பு ஒரு குழல்வடிவ புனலின் மூலம் ஒலியை வெளியிடுகிறது. பேப்பர் கோன் வகை ஒலிபெருக்கிகளைவிட அதிக அளவு ஒலியை வெளியிட (Wattage Rating) இது மிகவும் ஏற்றது, தாழ்ந்த அதிர்வெண் பகுதியையும் அதிக வினைத்திறனுடனும் (efficiency) அதிர்வெண் உணர்வுடன் (Frequency response) வெளியாகும்.

ஸ்பீக்கர்களின் கிராஸ் ஓவர் நெட்ஒர்க் (Cross over network for speakers):



படம் 1.28

ஒரு டிவீட்டரும் ஊ∴பரும் இணைந்து செயல்படும்போது இத்தகைய அமைப்பு முறைத் தேவைப்படுகிறது. ஏனெனில் குறைந்த துடிப்புப் பகுதியை ஏற்கும் டிவீட்டர், அதிக சக்தியுள்ள அலையை ஏற்க இயலாது. டிவீட்டருடன் ஒரு கன்டன்சர் இணைக்கபட்டு அமைக்கப்பட்ட ஒரு எளிய cross over network படம் 1.32-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதிர்வெண் அதிகரிக்கும்போது மின்தேக்கியின் கபாஸிடிவ் ரியாக்டன்ஸ் என்ற எதிர்ப்புத் தன்மை அதிகமாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணில் மின்தேக்கியின் ரியாக்டன்சும், டிவீட்டர் ஒலிபெருக்கியின் இம்பிடென்சும் சமமாகின்றன. இந்த அதிர்வெண் இந்த அமைப்பின் கிராஸ் ஓவர் அதிர்வெண் (Cross over Frequency) எனப்படும்.

1.8. மாறுமின்னோட்டச் சுற்று (AC CIRCUITS)

இப்பகுதியில் A, C மின்னோட்டச் சுற்று ஒன்றில், ரெசிஸ்டென்ஸ், கபாஸிடன்ஸ், இன்டக்டென்ஸ் ஆகியவைகளில் செயல்பாடுகளைப் பற்றி காண்போம்.

தனி ரெசிஸ்டன்ஸ் மட்டும் உள்ள சுற்றில் A.C. மின்னோட்டத்தின் விளைவுகள்

இண்டக்டன்ஸ் தன்மையோ, கபாஸிடன்ஸ் தன்மையோ சிறிதுமின்றி வெறும் மின் தடை மட்டும் உள்ள சுற்றை சுத்தமான மின்தடை சுற்று pure resistance circuit என்கிறோம். ஆதலின் ஒரு ரெசிஸ்டர் A.C. சுற்றிலும், D.C. சுற்றிலும் ஒரே தன்மையில் செயல்படுகிறது. ஆதலால் ஒரு தனி ரெசிஸ்டன்ஸ் மட்டும் உள்ள (pure resistive) சுற்றில் மின் அழுத்தம் கூடும்போதும், குறையும் போதும் அதே விகிதத்தில் மின்சாரத்தின் அளவும் கூடும் அல்லது குறையும். இத்தன்மையை மின்சாரமும், மின் அழுத்தமும் ஒரே ஃபேஸ் தன்மையில் உள்ளதாகக் கூறுகிறோம். (The current is “in phase” with the voltage) இவை சூத்திர வடிவில் கூறினால்

$$I_i = \frac{Vi}{R}$$

இதில் Ii = குறிப்பிட்ட கனத்தில் மின்சாரத்தின் மதிப்பு (Instantanious current).

Vi = குறிப்பிட்ட கனத்தில் மின்னழுத்த மதிப்பு

R = சுற்றின் மின்தடை

மாறு மின்சுற்றில் கெபாஸிட்டர் (A.C. Through Capacitor)

ஒரு மாறு மின்சுற்றில் ஒரு கபாஸிட்டர் இணைக்கப்பட்டால் அடுத்து வரும் ஒவ்வொரு கால் சைக்கிளின் போதும் சார்ஜ், டிஸ்சார்ஜ் நிகழ்ச்சிகளுக்கு உட்படுகிறது. முதல் அரை சைக்கிளில் கபாஸிட்டரின் தகடுகள் ஒரு திசையில் சார்ஜ் செய்யப்பட்டால் அரை சைக்கிளில் எதிர்திசையில் சார்ஜ் செய்யப்படுகிறது. ஆதலின் சுற்றில் செல்லும் மின்சாரத்தின் கனமதிப்பு.

$$Ii = \frac{Vi}{X_c}$$

இதில் Xc = கெபாஸிடிவ் ரியாக்டன்ஸ்

Ii = குறிப்பிட்ட கனத்தில் மின்சாரத்தின் மதிப்பு

Vi = மின்னழுத்தத்தின் கனமதிப்பு

$$Xc = \frac{1}{2\pi FC}$$

இதில் F = AC. யின் அதிர்வெண்

C = கெபாஸிடரின் கெபாஸிடன்ஸ்

கெபாஸிடர் குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் கொண்ட AC. க்கு அல்லது சிக்னலுக்குக் கொடுக்கும் எதிர்ப்புத் தடையே கெபாஸிடிவ் ரியாக்டன்ஸ் ஆகும்.

மாறு மின்சுற்றில் இன்டக்டர் (AC through a pure inductor)

ஒரு மாறு மின்சுற்றில் ஒரு இன்டக்டர் இணைக்கப்படும் போது, தானே தூண்டல் (Self induction) முறையில் ஒரு எதிர் மின்னியக்கு விசை (Back E.M.F.) உண்டாக்குகிறது. இந்த எதிர்மின்னியக்கு விசை, சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டத்தை எதிர்க்கிறது. அதாவது மின்னோட்டத்தின் அளவு கூடினாலும், குறைந்தாலும் அதை எதிர்க்கிறது. சுற்றில் தடை ஏதும் இல்லாததினால், இந்த எதிர் மின்னியக்கு விசை மட்டுமே மின்னோட்டத்தின் தடையாக அமைகிறது. இச்சுற்றில் செல்லும் மின்சாரத்தின் கன மதிப்பை (Ii) கீழ்கண்ட சூத்திரம் மூலம் காணலாம்.

$$I_i = \frac{V_i}{X_L}$$

இதில் I_i = மின்சாரத்தின் கனமதிப்பு

V_i = மின்னழுத்தத்தின் கனமதிப்பு

X_L = இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ்

இங்கு மின்சாரத்தின் அளவை X_L நிர்ணயிக்கிறது. X_L லின் அளவும் ஓம்களிலேயே அளக்கப்படுகிறது.

X_L = $2 \pi FL$.

F = AC அதிர்வெண்

L = இன்டக்டரின் இன்டக்டன்ஸ் (ஹென்றிகளில்

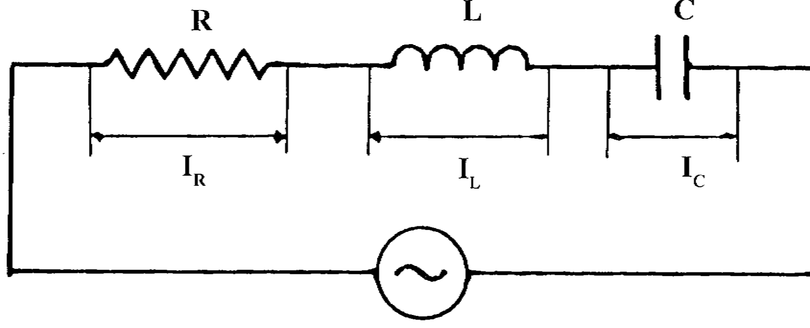
π = 3.14 (மாறிலி)

மாறு மின் சுற்றில் R.L.C. (தொடர் இணைப்பு)

ரெசிஸ்டர் R இன்டக்டர் (L) கெபாஸிடர் (C) ஆகிய மூன்றும் தொடர் இணைப்பில் ஒரு மாறுமின்னோட்ட சுற்றில் படத்தில் உள்ளபடி இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

D.C. சுற்றுகளில் பயன்படுத்தும் விதிகளை அப்படியே நேரடியாக (AC) சுற்றுகளில் பயன்படுத்த முடியாது. அதாவது மதிப்புகளை நேரடியாக கூட்டவோ, கழிக்கவோ முடியாது. ஏனெனில் ஒரு கபாஸிடரில் மின்சாரம், மின்அழுத்தத்தை 90^o கோணத்தில் முந்துகிறது. ஒரு இன்டக்டரின் மின் அழுத்தம், மின்சாரத்தை 90^o கோணத்தில் முந்துகிறது. ஆதலால் வெக்டார் வரைபடங்கள் மூலமே, மதிப்புகளைக் கூட்டவோ கழிக்கவோ முடியும்.

ஒரு RLC சுற்றில் மின்சாரமும், மின் அழுத்தமும் எந்த அளவிற்கு out of step ஆக அமைகிறதோ, அந்த கோண அளவை "phase angle" என்கிறோம்.



படம் 1.29

RLC களைக் கொண்ட ஒரு AC சுற்றை எடுத்துக் கொள்வோம். வெக்டார் வரைபடத்தில் ரெசிஸ்டாருக்கிடையில் உண்டாகும் மின்னழுத்தத்தை E_R என்று குறியீட்டில் குறிக்கிறோம். அம்மின்னழுத்தம் ஒரு படுக்கை கோடு மூலம் காட்டப்படுகிறது. இந்த மின்னழுத்தம் சுற்றின் மின்னோட்டத்திற்கு சமபேஸ் (in phase) தன்மையில் உள்ளது.

வினாக்கள்

பகுதி - அ

I. *சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.*

1. மின்னோட்டத்தின் அலகு

   அ) வோல்ட் ஆ) ஆம்பியர் இ) ஓம்ஸ் ஈ) எதுவுமில்லை

2. திறன் கணக்கிடப்படும் சூத்திரம்

   அ) $P = I - R$ ஆ) $P = V . I$ இ) $P = V/I$ ஈ) $P = V/ R$

3. இரண்டு மின்தடைகள் தொடர் இணைப்பாக இணைக்கப்பட்டிருந்தால், மொத்த மின்தடையின் அளவைக் கணக்கிடுவதற்கான சூத்திரம்

   அ) $R = R_1 . R_2$ ஆ) $R = R_1/R_2$ இ) $R = R_1 + R_2$ ஈ) $R = R_1 + R_2 /R_1$

4. மின்கலங்கள் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டால் மொத்த மின்னழுத்தம்

   அ) மின்கலங்களின் மின்னழுத்தங்களின் கூட்டுதொகையாகும்
   ஆ) ஒரு மின்கலத்தின் மின்னழுத்தத்திற்கு சமமாகும்
   இ) மின்கலங்களின் மின்னழுத்தங்களின் சராசரியாகும்
   ஈ) எதுவுமில்லை

5. மின்தேக்கியின் அலகு

   அ) ஆம்பியர் ஆ) ஓம்ஸ் இ) ஃபாரட் ஈ) வாட்

6. மின்தேக்கிகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் மொத்த மின்தேக்குத்திறன் கணக்கிடும் சூத்திரம்

   அ) $C = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2}$ ஆ) $C = C_1 + C_2$ இ) $C = \frac{C_1 + C_2}{C_1 . C_2}$ ஈ) $C = (C_1 . C_2) + C_1$

7. சப்த அலையை மின் அலையாக மாற்றும் சாதனம்

அ) ஒலிவாங்கி (Microphone) ஆ) ஒலிப்பான் (Speaker)

இ) மின்மாற்றி ஈ) எதுவுமில்லை

8. கீழுள்ளவற்றில் எது சக்தி மாற்றி

அ) மின்தடை ஆ) மின்தேக்கி இ) மின்மாற்றி ஈ) ஒலிவாங்கி

9. மின்அலையை சப்த அலையாக மாற்றும் சாதனம்

அ) ஒலிவாங்கி ஆ) ஒலிப்பான் இ) மின்தேக்கி ஈ) மின்கலம்

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. மின்னழுத்தத்தின் அலகு யாது.
2. மின்தடையின் அலகு என்ன.
3. கீழ்காணும் மின்தடைகள் எவ்வகையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது?
4. இரண்டு மின்தடைகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் மொத்த மின்தடையின் அளவை கணக்கிடும் சூத்திரத்தை எழுது.
5. மதிப்பு மற்றும் மின்தடையின் குறியீட்டை வரைக.
6. ஏற்று மின்மாற்றியில் (Step-up transformer) காயில் அமைப்பு எவ்வாறு இருக்க வேண்டும்.

பகுதி - ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. வரையறு : அ) மின்னோட்டம் ஆ) மின்தடை
2. திறந்த மின்சுற்று, மூடிய மின்சுற்று என்றால் என்ன?
3. ஓமின் விதியைக் கூறு.
4. மின் உருகு இழை (fuse wire) என்றால் என்ன?
5. குறுக்கு மின்சுற்று என்றால் என்ன?
6. மின்கலம் என்றால் என்ன?
7. பிரதம மின்கலத்திற்கும், துணை மின்கலத்திற்கும் உள்ள முக்கிய வித்தியாசம் என்ன?
8. ஒரு பேட்டரியின் ஆம்பியர் மணிதிறன் என்றால் என்ன?
9. ரெசிஸ்டர்கள் என்பன யாவை?
10. மாறும் ரெசிஸ்டர்கள் என்பன யாவை?
11. வேரியபிள் ரெசிஸ்டர்கள் என்றால் என்ன?
12. டாலரென்ஸ் என்பது என்ன?

13. விரிவாக்கம் எழுதுக. என்.டி.சி. மற்றும் பி.டி.சி

14. ரெசிஸ்டர்களில் ஏற்படக்கூடிய பழுதுகள் யாவை?

15. கீழ்க்கண்ட ரெஸிஸ்டர்களுக்கான வண்ணக் குறியீடுகளை எழுதுக.

அ. 47 கி.ஓம்ஸ் ஆ. 220 கி.ஓம்ஸ் இ. 1 மெக் ஓம் ஈ. 10 ஓம்ஸ்

16. கீழ்க்கண்ட வண்ணக் குறியீடுகளுக்குரிய மதிப்பைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

அ. ஆரஞ்சு - ஆரஞ்சு - ஆரஞ்சு - வெள்ளி ஆ. மஞ்சள் - வைலட் - மஞ்சள் - தங்கம்

இ. பழுப்பு - கருப்பு - மஞ்சள் - வெள்ளி ஈ. பழுப்பு - சிகப்பு - தங்கம் - தங்கம்

17. மின்தேக்கி என்றால் என்ன?

18. மின்தேக்குத் திறன் - வரையறுக்க.

19. மின்தேக்கியின் வகைகளைக் கூறுக.

20. ஒரு மின்தேக்கியின் இயங்கு மின்னழுத்தம் என்றால் என்ன?

21. டிரிம்மர், பேடர் என்றால் என்ன?

22. இன்டக்டர்கள் என்றால் என்ன?

23. ரியாக்டன்ஸ் என்றால் என்ன?

24. டிரான்ஸ்பார்மர் என்றால் என்ன?

25. சுற்றுகளின் விகிதம் என்றால் என்ன?

26. வோல்டேஜ் விகிதம் என்றால் என்ன?

27. பெர்ரைட் கோர் என்பது யாது?

28. டிரான்ஸ்பார்மரில் ஏற்படும் இழப்புகள் சிலவற்றின் பெயர்களைக் கூறுக.

29. சக்திமாற்றிகள் என்றால் என்ன?

30. சில வகை ஒலிவாங்கிகளின் பெயர்களைக் கூறுக.

31. சில வகை ஒலிபெருக்கிகளின் பெயர்களைக் கூறுக.

32. ட்வீட்டர், ஊஃபர் என்றால் என்ன?

33. இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் காண உதவும் சூத்திரம் ஒன்றை எழுதுக.

34. கெபாசிடிவ் ரியாக்டன்ஸ் காண உதவும் சூத்திரம் ஒன்றை எழுதுக.

பகுதி இ

IV. *கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விளக்கு*

1. 200 ஓம்ஸ் மின்தடையுள்ள ஒரு மின்சார பல்பு 6 வோல்ட்ஸ் மின்னழுத்தமுள்ள ஒரு பேட்டரியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பேட்டரியிலிருந்து செல்லும் மின்னோட்டத்தின் அளவைக் கணக்கிடுக.

2. படங்களின் உதவியுடன் மின்கலங்களின் தொடரிணைப்பு மற்றும் பக்க இணைப்பு முறைகளை விவரிக்கவும்.

3. நான்குவகை ரெசிஸ்டர்களின் பெயர்களை எழுதுக.

4. மின்தேக்கியில் ஏற்படும் குறைபாடுகள் யாவை?

5. ஏ சி, டி சி மின்சுற்றுகளில் ஒரு மின்தேக்கி எவ்வாறு செயல்படும்?

6. பாதிமாறும் மின்தேக்கிகளின் வகைகளை கூறி ஏதேனும் ஒன்றினை விளக்குக.

7. மாறும் மின்தேக்கியைப் பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.

8. அதிர்வெண் அடிப்படையில் இண்டக்டர்களை எவ்வாறு வகைப்படுத்துவாய்?

9. ஏசி, டிசி சுற்றுகளில் காயில்களின் செயல்பாட்டை விவரிக்கவும்.

10. டிராஸ்பார்மர்கள் எந்த தன்மைகளின் அடிப்படையில் பாகுபடுத்தப்படுகின்றன?

11. ரேடியோ ஏற்பியில் பயன்படும் பல்வேறு டிரான்ஸ்பார்மர்களின் பெயர்களை எழுதுக.

12. ஒலிபெருக்கிகளில் இம்பிடன்ஸ் மேட்சிங் என்றால் என்ன?

13. ஹார்ன் வகை ஒலிபெருக்கி என்றால் என்ன?

14. இருவழி ஒலிபெருக்கி என்றால் என்ன?

பகுதி - உ

V. *கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விரிவாக விளக்கு*

1. மின்தடைகளின் தொடர் இணைப்பு மற்றும் பக்க இணைப்பு முறைகளைப் படங்களுடன் விளக்குக.

2. தனிவகை ரெசிஸ்டர்களைப் பற்றி விவரிக்கவும்.

3. ரெசிஸ்டர்களின் ஏதாவது இரண்டு வகைகளைப் பற்றி விரிவாக எழுதுக.

4. காகித மின்தேக்கி மற்றும் மைக்கா மின்தேக்கிகளின் அமைப்பைப் பற்றியும் அதன் பயன்களையும் எழுதுக.

5. பசைமின்தேக்கியின் அமைப்பைப் பற்றியும் அதன் பயன்களையும் எழுதுக.

6. மல்டிமீட்டரைப் பயன்படுத்தி பசை மின்தேக்கியை எவ்வாறு சோதிப்பாய்?

7. கோரின் வகை, பயன்படும் இடம் இவைகளின் அடிப்படையில் பல்வேறு இண்டக்டர்களை பெயரிட்டு விளக்குக.

8. ஒரு டிரான்ஸ்பார்மர் வேலை செய்யும் முறையை படம் வரைந்து விவரிக்கவும்.

9. கிராஸ்ஓவர் நெட் ஒர்க் என்றால் என்ன? விவரிக்கவும்.

10. டைனமிக் ஒலிவாங்கி ஒன்று செயல்படும் முறையை விவரிக்கவும்.

விடைகள்

1 (ஆ)	2 (ஆ)	3 (இ)	4 (அ)	5 (இ)
6 (ஆ)	7 (அ)	8 (ஈ)	9 (ஆ)	

2. அடிப்படை மின்னணுவியல் தத்துவங்கள் (Basic Electronic Principles)

அறிமுகம்

மின்னோட்டத்தின் கடத்தும் தன்மை (செயல்பாடு), வெற்றிடத்தில், வாயுக்களில் அல்லது குறைகடத்திகளில் எவ்வாறு நிகழ்கிறது என்பதை அறியும் தொழில்நுட்பத்துறையே மின்னணுவியல் துறையாகும்.

ஆக இத்துறையைப் பற்றி நாம் தெளிவாக அறிந்து கொள்ள வேண்டுமென்றால் 'எலக்ட்ரான்' செயல்பாட்டை அறிந்து கொள்ள வேண்டும். எனவே எலக்ட்ரான் செயல்பாட்டை குறித்து முதலில் பார்ப்போம்.

மின்னணுவியல்

***அணு அமைப்பு* (Atomic structure)**

உலகில் உள்ள அனைத்து பொருட்களுமே அணுவினால் ஆக்கப்பட்டவை என்பதை நாம் அறிவோம். அணு என்பது கண்ணுக்குத் தெரியாத சிறிய துகள். ஓவ்வொரு அணுவும், அணுக்கரு என்ற மையப்பகுதியை கொண்டிருக்கும். இதில் நேர்மின் சுமையுடைய (+) புரோட்டான்களும், மின்தன்மையற்ற நியூட்ரான்களும் அடங்கியுள்ளன. இம்மையக்கருவைச் சுற்றியுள்ள வட்டப்பாதைகளில் எதிர்மின்சுமையுடைய (-) எலக்ட்ரான்கள் சுற்றிக்கொண்டிருக்கும்.

***அணுக்கரு* (Nucleus)**

இது அணுவின் மையப்பகுதியாகும். இதில் புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் உள்ளடங்கி இருக்கும். புரோட்டான்கள் நேர்மின் சுமையுடையதாகவும், நியூட்ரான்கள் மின்சுமையற்ற தாகவும், அதே சமயம் புரோட்டான்களின் எடைக்கு சமமானதாகவும் இருக்கும். ஆகையால் புரோட்டான்கள் மற்றும் நியூட்ரான்களின் கூட்டுத் தொகையே ஒரு அணுவின் எடையை நிர்ணயிக்கிறது.

ஏனென்றால் உதிரி மையக்கருவிலுள்ள (Extra Nucleus) எலக்ட்ரான்கள் எடையற்றதாக இருக்கும்.

∴ அணு எடை = புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை (P) + நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை (N)

***கூடுதல் அணுக்கரு* (Extra Nucleus)**

இது அணுவின் வெளிப்புற அமைப்பாகும். இது எலக்ட்ரான்களை மட்டுமே கொண்டிருக்கும். எலக்ட்ரான் என்பது எதிர்மின் சுமையுடையதாகவும் (-) எடையற்றதாகவும் இருக்கும். எலக்ட்ரான்களின் மின்சுமையானது புரோட்டான்களின் மின்சுமைக்கு எதிராக ஆனால் சமமாக இருக்கும். அதே சமயம் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை, புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கைக்கு இணையாக இருக்கும். ஆக சாதாரண வெப்பநிலையில் ஒரு அணுவானது நடுநிலையில் இருக்கும். ஒரு அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அல்லது புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கைதான் அணு எண் எனப்படுகிறது.

∴அணு எண் = புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை (P) அல்லது எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை (E)

இந்த எலக்ட்ரான்கள், அணுக்கருவை பலவட்டப் பாதைகளில் சுற்றிவருகின்றன. வட்டப்பாதைகளில் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரான்களின் அமைப்பானது கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன.

(i) வட்டப்பாதையில் அமைந்துள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

$2n^2$ என்னும் சூத்திரத்தால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

'n' என்பது வட்டப்பாதையின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும்.

உதாரணமாக முதல் வட்டப்பாதை = $2n^2 = 2x1^2 = 2$ எல்க்ட்ரான்கள்

இரண்டாம் வட்டப்பாதை = $2x2^2 = 8$ எல்க்ட்ரான்கள்

மூன்றாம் வட்டப்பாதை = $2x3^2 = 18$எல்க்ட்ரான்கள்

(ii) கடைசிவட்டப்பாதையானது, அதிகபட்சமாக 8 எலக்ட்ரான்களை மட்டுமே கொண்டிருக்கும்.

(iii) கடைசிக்கு முந்திய வட்டப்பாதையானது, அதிகபட்சமாக 18 எலக்ட்ரான்களை மட்டுமே கொண்டிருக்கும்.

தனிமங்களின் அமைப்பு (Structure of Elements)

அனைத்து அணுக்களுமே புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் மற்றும் எலக்ட்ரான்களை கொண்டுதான் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது என்று பார்த்தோம். இந்நிலையில் ஒவ்வொரு தனிமத்தின் அமைப்பிலும் உள்ள வேறுபாடு என்பது, அந்த குறிப்பிட்ட தனிமத்தின் புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள், எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் அமைப்பைப் பொறுத்துள்ளது.

உதாரணமாக செம்பு அணுவின் அமைப்பும், கார்பன் அணுவின் அமைப்பும் வேறு வேறாக இருப்பது. அதனால் தான் அவை இரண்டும் தனித்தனி குணங்களைக் கொண்டுள்ளது.

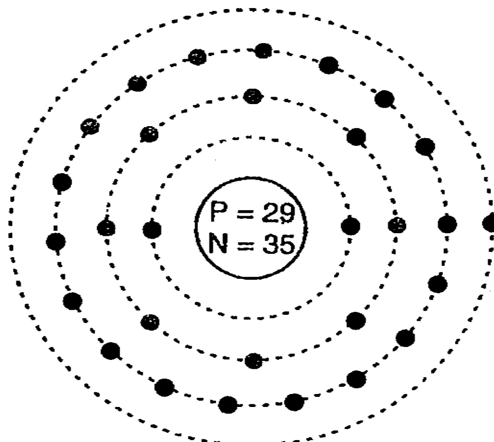
ஒரு தனிமத்தின் அணு எடையும், அணு எண்ணும் தெரிந்தால் அந்த தனிமத்தின் அணு அமைப்பை மிக எளிதாக வடிவமைக்கலாம் உதாரணமாக செம்பு எடுத்துக்கொள்வோம்.

அணு எடை = 64

அணு எண் = 29

∴ புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை = எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை = 29

நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை = 64 - 29 = 35



படம் 2.1

COPPER

படம் 2.1. ஆனது செம்பு தனிமத்தின் அணு அமைப்பை காட்டுகிறது இத்தனிமத்தில் உள்ள 29 எலக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு வட்டப்பாதையில் கீழ்க்கண்டவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளதாக காட்டப்பட்டுள்ளது. முதல் வட்டப்பாதையில் 2 எலக்ட்ரான்களும் இரண்டாவது வட்டப்பாதையில் 8 எலக்ட்ரான்களும் மூன்றாவது வட்டப்பாதையில் 18 எலக்ட்ரான்களும், நான்காம் வட்டப்பாதையில் 1 எலக்ட்ரானுமாக இந்த அடிப்படையில் அனைத்து தனிமங்களின் அணு அமைப்பும் அமைந்துள்ளது.

எலக்ட்ரான்

மின்னணுவியல் துறையானது கண்ணுக்குத் தெரியாத இந்த எலக்ட்ரானின் செயல்பாட்டின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளதால் எலக்ட்ரான் பற்றிய சில அடிப்படைகளை நாம் அறிந்து கொள்ள வேண்டும். எலக்ட்ரான் எதிர்மின்சுமையுடையது என்றும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள முடியாத அளவிற்கு (Negligible mass) மிகக் குறைந்த எடை கொண்டது என்றும் நாம் அறிந்த நிலையில் அதன் சில முக்கிய குணங்களைப் பற்றியும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியது அவசியம்

i) எலக்ட்ரான்கள் மின்மாற்றம் $e = 1.602 \times 10^{19}$ கூலும்

ii) எலக்ட்ரானின் எடை $m = 9.0 \times 10^{31}$ கி.கி

iii) எலக்ட்ரானின் ஆரம் $r = 1.9 \times 1^{-15}$ மீ

ஓர் எலக்ட்ரானின் மின்னாற்றல் மற்றும் அதன் எடைக்கும் உள்ள விகிதம் (ratio between energy and mass) 1.77×10^{11} கூலும் / கிகி ஆகும். இதன்படி எலக்ட்ரானின் எடை அதன் மின்மாற்றத்தைவிட மிக மிகக் குறைவானது ஆகும். ஆதலால் தான் எலக்ட்ரான் ஓரிடத்தில் நிலையாக நிற்க முடியாமலும் மின் மற்றும் காந்த ஆற்றலை மிக எளிதாக ஆட்படுத்தப்படுகின்ற நிலையிலும் உள்ளது.

எலக்ட்ரான் ஆற்றல் (Energy of an electron)

அணுக்கருவைச் சுற்றி வருகின்ற எலக்ட்ரான்கள் இருவிதமான ஆற்றல்களைக் கொண்டிருக்கிறது. எலக்ட்ரான்கள் மின்சுமையுடைய காரணத்தால் நிலையாற்றலையும், வட்டப்பாதையில் சுற்றி வருவதால் இயக்க ஆற்றலையும் பெற்றுள்ளன. இந்த இரு ஆற்றல்களின் கூட்டுத்தொகையே மொத்த ஆற்றலாகும். மையக்கருவிலிருந்து எலக்ட்ரான்களின் தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க அதன் ஆற்றலும் அதிகரிக்கும். ஆக கடைசி வட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றலானது முந்தைய வட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றலைக் காட்டிலும் அதிகமாகும். இந்தக் கடைசி வட்டப்பாதை எலக்ட்ரான்கள்தான் ஒரு பொருளின் இயற்பியல், வேதியல் மற்றும் மின்னியல் தன்மைகளை நிர்ணயிக்கின்றது.

இணைதிறன் எலக்ட்ரான் (Valance Electron)

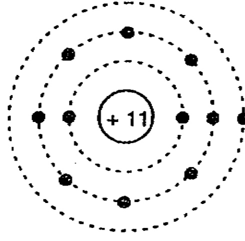
இறுதி வட்டப்பாதை (அ) கடைசிவட்டப்பாதையில் அமைந்துள்ள எலக்ட்ரான்களுக்கு இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் என்று பெயர்.

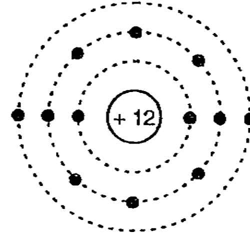
கடைசி வட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகபட்சமாக 8 எனப் பார்த்தோம். எனவே இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் உயர்ந்த எண்ணிக்கை அளவு 8 ஆகும்.

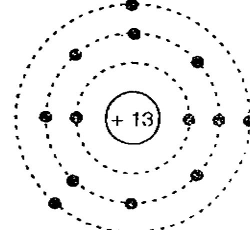
பொதுவாக மின்சாரத்தைக் கடத்தும் தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு தனிமங்கள், கடத்திகள் (Conductors), கடத்தாப்பொருட்கள் (Insulators), குறைகடத்திகள் (Semiconductor)

என வகைபடுத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு தனிமத்திலுள்ள இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து அதன் கடத்தும் திறன் அமைகிறது.

(i) ஒரு தனிமத்திலுள்ள இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை 4-ற்கும் குறைவாக இருந்தால், அத்தனிமமானது உலோகமாகவும், கடத்தியாகவும் இருக்கும். (எ.கா) சோடியம், மக்னீசியம் மற்றும் அலுமினியம் முறையே 1,2,3 என்ற முறையில் இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டு இருக்கும்.

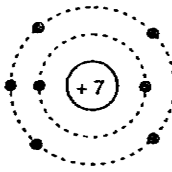


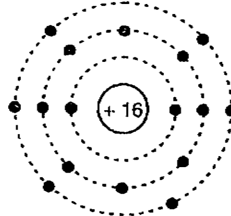


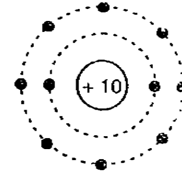


படம் 2.2

(ii) ஓர் தனிமத்திலுள்ள இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை 4-ற்கும் அதிகமாக இருந்தால் அத்தனிமம் உலோகமல்லாத, மின்கடத்தாப் பொருளாக இருக்கும் (எ.கா) நைட்ரஜன், சல்ஃபர், நியான் இவை முறையே 5,6,8 என்ற எண்ணிக்கையுடைய இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டதாக இருக்கும்.

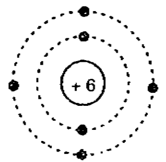


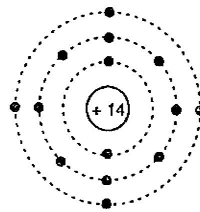


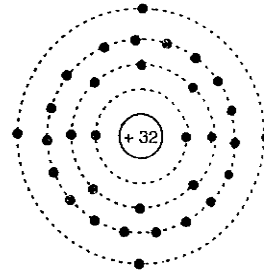


படம் 2.3

(iii) ஓர் தனிமத்திலுள்ள இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை 4 ஆக இருந்தால் அத்தனிமம், உலோகம் மற்றும் உலோகமற்ற பொருள் ஆகிய இருதன்மைகளையும் கொண்டதாக இருக்கும். இது குறைகடத்தி என்று அழைக்கப்படுகிறது. (எ.கா) சிலிகான், ஜெர்மானியம், கார்பன்







படம் 2.4

கட்டுறா எலக்ட்ரான் (Free Electron)

ஒவ்வொரு தனிமத்தின் இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களும் வெவ்வேறு ஆற்றல்களைக் கொண்டதாக இருக்கும். இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் அதிகரிக்க அதிகரிக்க அது மையக்கருவுடன் இருக்கும் பிணைப்பானது தளர்ந்த நிலையில் இருக்கும். குறிப்பாக உலோகங்களின் இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் (தளர்ந்த பிடியுடைய) ஆற்றல் அதிகமாக இருக்கும். இந்த எலக்ட்ரான்கள் அந்த தனிமத்தினுள் தன்னிச்சையாக சுற்றிக்கொண்டிருக்கும். இவையே கட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் (Free Electrons) எனப்படும்.

ஆக அணுக்கருவோடு, தளர்ந்த பிடியுடைய இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களே கட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் எனப்படும்.

புறவிசை ஒன்று தரப்படுவதன் மூலம், இந்த கட்டுறா எலக்ட்ரான்களை மிக எளிதாக அதன் நிலையிலிருந்து வெளிக்கிளப்பமுடியும். உண்மையில் இந்த எலக்ட்ரான்கள்தான் ஒரு தனிமத்தின் கடத்தும் தன்மையை நிர்ணயிக்கின்றன.

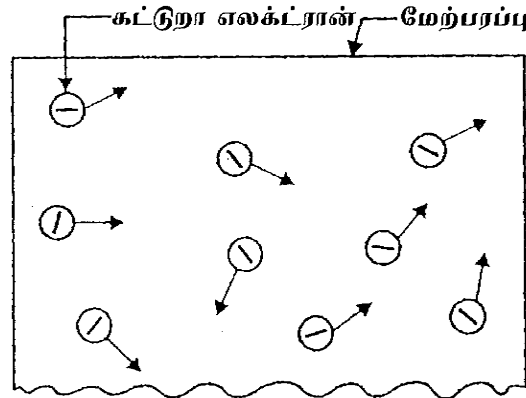
(i) எந்த ஒரு கடத்தியும் அதிக எண்ணிக்கையிலான கட்டுறாஎலக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருக்கும். ஒரு கடத்தியின்வழியாக மின்னழுத்தம் தரப்படும்போது, அதிலுள்ள கட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் அந்த மின் சப்ளையின் நேர்மின்வாய் (+ve) பகுதியை நோக்கி நகரும். இதன் மூலம் அக்கடத்தியில் மின்னோட்டமானது ஏற்படுகிறது.

(ii) சாதாரண வெப்பநிலையில், எந்த ஒரு மின்கடத்தாப்பொருளும், கட்டுறா எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருப்பதில்லை. ஆகையால் இதற்கு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டாலும், இதில் எவ்விதமான மின்னோட்டம் ஏற்படுவதில்லை.

(iii) ஒரு குறைகடத்தி தனிமமானது சாதாரண வெப்பநிலையில் குறைந்த கட்டுறா எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருக்கும். இதற்கு மின்னழுத்தம் தரப்படும் பொழுது, மிகக்குறைந்த அளவு மின்னோட்டமே நிகழும், இந்த அளவானது மிகக் குறைந்தபட்ச அளவு என்பதால் இதனால் எவ்வித செயல்பாடும் நடைபெறுவதில்லை.

எலக்ட்ரான் வெளியீடு (Electron Emission)

பெரும்பாலான மின்னணு சாதனங்கள் காற்று நீக்கப்பட்ட நிலையில் (Evacuated space) எலக்ட்ரானின் செயல்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டே இயங்குகிறது. இத்தேவைக்காக தனிமத்தின் பரப்பிலிருந்து புற விசை ஒன்று தரப்படுவதன் மூலம் எலக்ட்ரான்கள் வெளிக் கொணரப்படுகின்றன. இதையே எலக்ட்ரான் வெளியீடு என்கிறோம்.



படம் 2.5

பொதுவாக ஒரு தனிமத்தின் பரப்பிலிருந்து எலக்ட்ரான் வெளியேற்றப்படுவது எலக்ட்ரான் வெளியீடு எனப்படுகிறது.

எலக்ட்ரான் வெளியீட்டின் வகைகள்

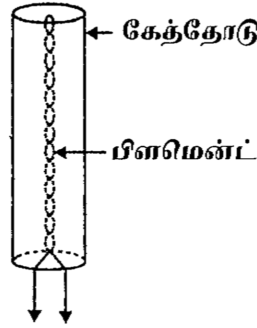
எலக்ட்ரான் வெளியீடானது கீழ்க்காணும் ஆற்றல்களின் மூலம் நிகழ்த்தப்படுகிறது.

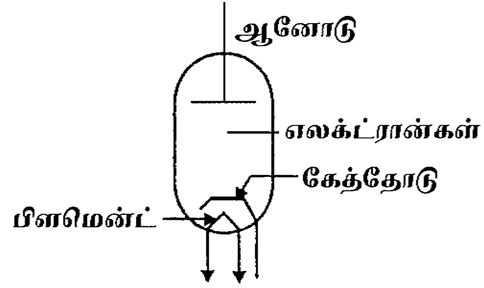
a) வெப்ப ஆற்றல் (Heat Engery) b) ஒளி ஆற்றல் (Light Energy)

c) மின்ஆற்றல் (Electric Charge) d) மின்புலம் (Electric Field)

இதன் அடிப்படையில் நான்கு விதமான எலக்ட்ரான் வெளியீடு நிகழ்த்தப்படுகின்றன.

(i) வெப்ப அயனி வெளியீடு (Thermionic Emission)



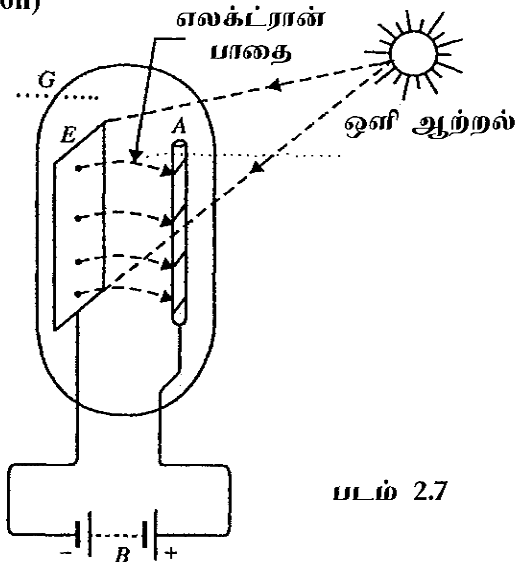


(i) **படம் 2.6** (ii)

இதில் உலோகமானது சுமார் 2500°C அளவிற்கு வெப்பப்படுத்தும் பொழுது அதன் பரப்பில் இருந்து எலக்ட்ரான் வெளியேறும். வெளியேறுகின்ற எலக்ட்ரான்களின் அளவு வெப்பத்தின் அளவைப் பொருத்து இருக்கும். வெப்பம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க எலக்ட்ரான் வெளியீடும் அதிகரிக்கும். இந்த முறையானது வால்வுகளிலும், தொலைக்காட்சி படக்குழாயிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

(ii) ஒளிமின் வெளியீடு (Photo Electric Emission)

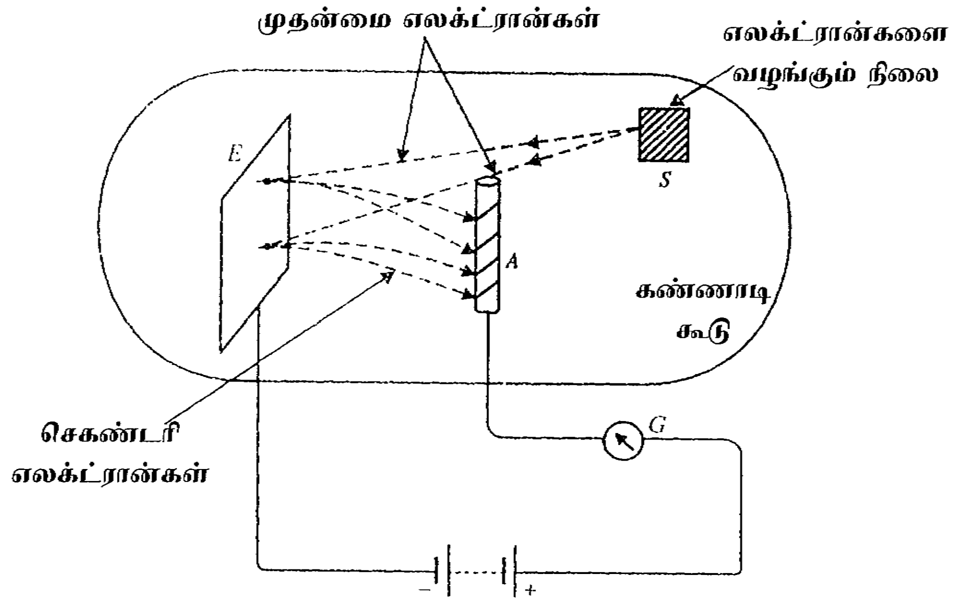
இதில், ஒளி ஆற்றலானது உலோகத்தின் மேல் செலுத்தப் படும்பொழுது அதன் பரப்பில் இருந்து எலக்ட்ரான்கள் வெளியேறும். இதற்கு ஒளிமின் வெளியீடு என்று பெயர். ஒளியின் அளவு கூடக்கூட வெளியேறுகின்ற எலக்ட்ரான்களின் அளவும் அதிகரிக்கும்.



படம் 2.7

(iii) செகண்டரி வெளியீடு (Secondary Emission)

ஒரு உலோகத்தின் மீது அதிகவேகம் கொண்ட எலக்ட்ரான் கற்றை மோதும்பொழுது, அதன் காரணமாக அந்த உலோகத்தின் பரப்பிலிருந்து கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் (Free Electron) வெளியேறும்

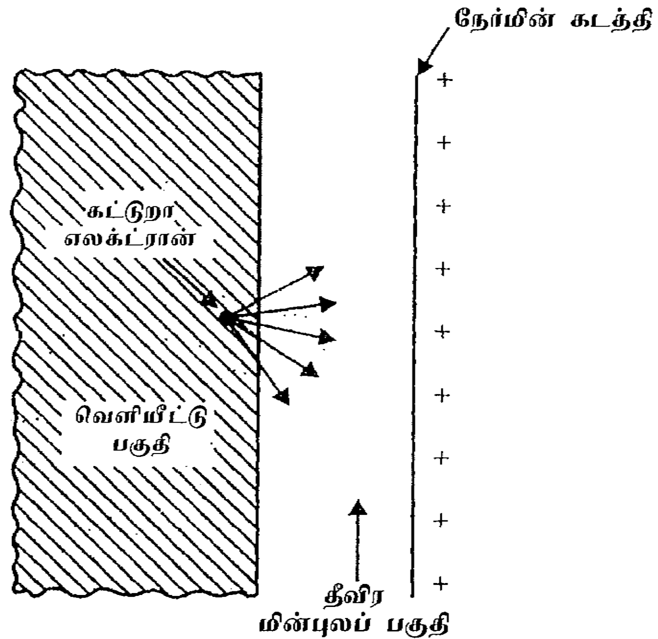


படம் 2.8

(iv) உயர் மின்னழுத்த வெளியீடு (High field Emission)

ஓர் உயர் மின்னழுத்தம் (High Positive Voltage) உலோகத்தின் மீது செலுத்தப்படும்பொழுது ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக அதன் பரப்பிலிருந்து கட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் (Free Electrons) வெளியேறும் மின்னழுத்தம் அதிகமானால், வெளியேறும் எலக்ட்ரான்களின் அளவும் அதிகரிக்கும்.

படம் 2.9

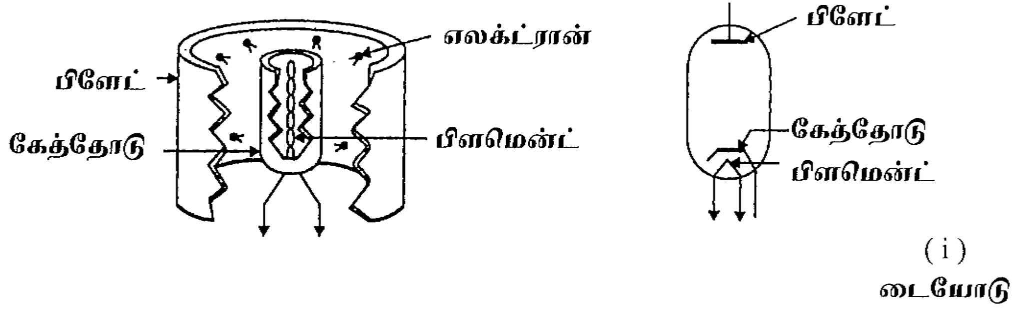


செயலாற்றும் உறுப்புகள் (Active Components)

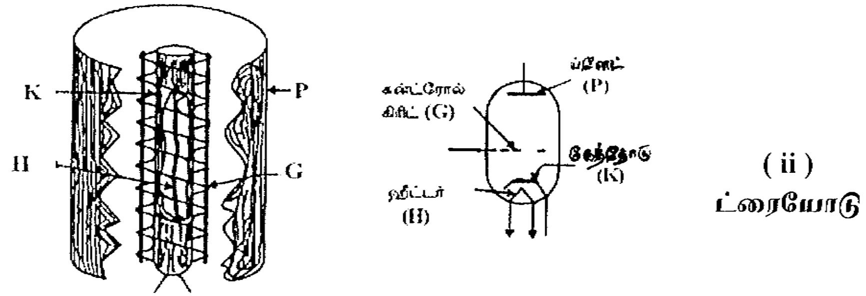
வால்வுகள்

20ம் நூற்றாண்டின் முதல் 75 ஆண்டுகளோடு இந்த வால்வுகளின் பயன்பாடு நின்றுவிட்டது என்றே கூறலாம். வெற்றிடக் குழாய்வகை கீழ்காணும் நான்கு வகைகள் பயன்படுத்தப்பட்டன.

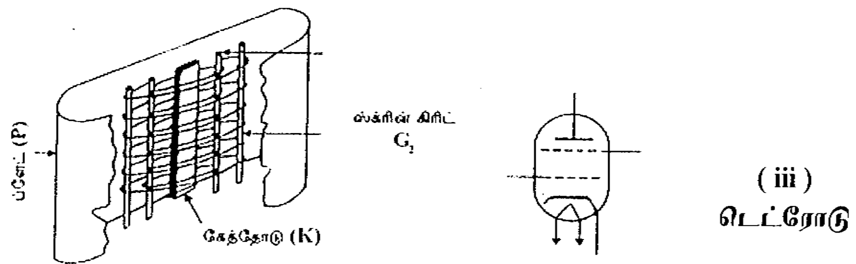
டையோடு, ட்ரையோடு, டெட்ரோடு, பென்டோடு இவற்றின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றமும் அதன் குறியீடும்



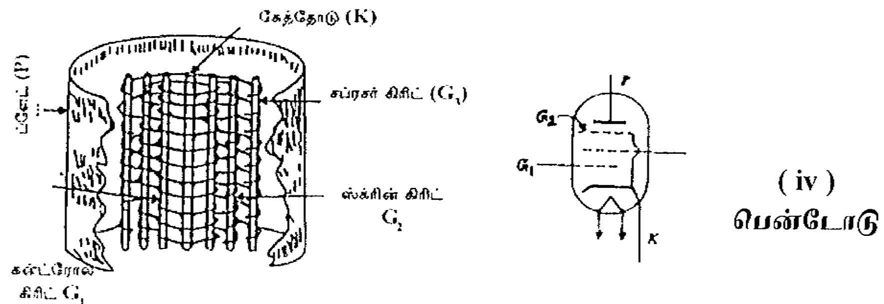
(i)
டையோடு



(ii)
ட்ரையோடு



(iii)
டெட்ரோடு



(iv)
பென்டோடு

படம் 2.10

எலக்ட்ரானிக் சுற்றுகளில், திருத்துதல் (Rectification) பெருக்குதல், (amplification) அலைவுகளை உண்டாக்குதல், (Producing signals) பண்பேற்றம் (Modulation), பண்பிறக்கம் (demodulation), சுவிட்சிங் (Switching actions) ஆகியவற்றை செய்து எலக்ட்ரான்களை கட்டுப்படுத்தும் உறுப்புகளைச் செயலாற்றும் உறுப்புகள் என்கிறோம்.

செயலாற்றும் உறுப்புகள்

வெற்றிடக்குழாய் வகை

1. டையோடு வெற்றிடக்குழாய்
2. ட்ரையோடு வெற்றிடக்குழாய்
3. டெட்ரோடு வெற்றிடக்குழாய்
4. பென்டோடு வெற்றிடக்குழாய்
5. கேஸ் (gas) டையோடு
6. தைராட்ரான்

குறை கடத்திவகை

1. ஜங்சன் டையோடு
2. பை போலார் ஜங்சன் டிரான்சிஸ்டர் (B.J.T)
3. ஃபீல்ட் எபெக்ட் டிரான்ஸிஸ்டர் (F.E.T)
4. யூனிஜங்சன் டிரான்ஸிஸ்டர் (U.J.T)
5. சிலிக்கன் கன்ட்ரோல்ட் ரெக்டிஃபயர் (S.C.R)
6. ஜீனர் டையோடு
7. ட்ரையாக்
8. டையாக்
9. வேரக்டர் டையோடு
10. லைட் டிபன்டென்ட் ரெஸிஸ்டர் (L.D.R)
11. லைட் எமிட்டிங் டையோடு (L.E.D)

மின்னணுவியல் அடிப்படைகள்

2.2. *போர் அணு மாதிரி* (Bohr's Atomic Model)

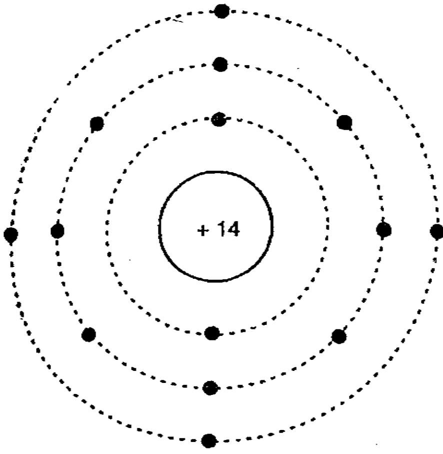
1913 ஆம் ஆண்டு டச்சு இயற்பியர் அறிஞர் அணு அமைப்பு குறித்து ஓர் விளக்கத்தை உருவாக்கினார். அதன்படி

i) ஓர் அணுவின் அமைப்பானது, நேர்மின்சுமையுடைய அணுக்கருவைச் சுற்றி எதிர்மின்சுமையுடைய எலக்ட்ரான்கள் பல்வேறு வட்டப்பாதையில் சுற்றி வருமாறு அமைந்துள்ளது.

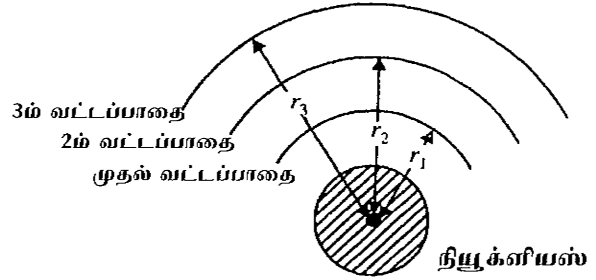
ii) இவ்வாறு சுற்றுகின்ற எலக்ட்ரான்கள் வரையறுக்கப்பட்ட (குறிப்பிட்ட அளவுள்ள ஆரம் கொண்ட) வட்டப்பாதையில் சுற்றுவதாகவும்.

iii) வரையறுக்கப்பட்ட வட்டப்பாதையில் சுற்றும் எலக்ட்ரான்கள் குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றல் கொண்டதாகவும் இருக்கும். வட்டப்பாதையின் சுற்றளவு அதிகமாக ஆக எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் அதிகமாகும்.

iv) ஓர் எலக்ட்ரானுக்கு கூடுதல் ஆற்றல் கொடுக்கப்பட்டால் (உதா. வெப்பம், ஒளி முதலியன) அது அந்த வட்டப்பாதையின் அடுத்த உயர் நிலைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும். ஆனால் இந்நிலை தொடர்ந்து நீடிக்காது. ஏனென்றால் அந்த எலக்ட்ரான் மீண்டும் தனது பழைய வட்டப்பாதைக்கு வந்து விடும். அவ்வாறு பழைய நிலைக்கு வந்தவுடன் தான் பெற்ற ஆற்றலை (வெப்பம், ஒளி போன்றவற்றை) இழந்துவிடும்.



(i)



(ii)

படம் 2.11

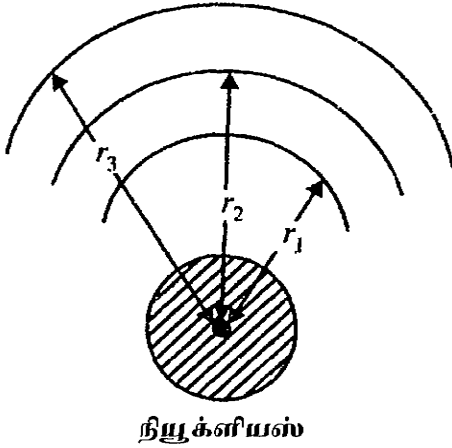
படம் 2.11 ஆனது சிலிக்கான் அணுவின் அணு அமைப்பை காட்டுகிறது. இதில் 14 எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. முதல் வட்டப்பாதையில் 2 எலக்ட்ரான்களும் இரண்டாவது வட்டப்பாதையில் 8 எலக்ட்ரான்களும் மூன்றாவது வட்டப்பாதையில் 4 எலக்ட்ரான்களும் அணுக்கருவை சுற்றி வருகிறது. இந்த வட்டப்பாதைகள் முறையே K வட்டப்பாதை, L வட்டப்பாதை, M வட்டப்பாதை என்று அழைக்கப்படும்.

இந்த எலக்ட்ரான்கள் அனைத்துமே அதற்கு வரையறுக்கப்பட்ட வட்டப்பாதைகளில் மட்டுமே சுற்றிக்கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு வட்டப்பாதையும் குறிப்பிட்ட நிலையான ஆற்றலை கொண்டதாக இருக்கும். வட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான் இரண்டாம் வட்டப்பாதைக்கு எடுத்துக் செல்லப்பட வேண்டுமென்றால், அதற்கு இரண்டாம் வட்டப்பாதைக்கு இணையான ஆற்றல் தரப்படவேண்டும். அவ்வாறு இரண்டாம் வட்டப்பாதைக்கு வந்த எலக்ட்ரான் மீண்டும் முதலாம் வட்டப்பாதைக்கு இடம் பெயர்ந்தால், அது தான் பெற்ற ஆற்றலை இழந்துவிடும்.

ஆற்றல் மட்டங்கள்

ஒவ்வொரு வட்டப்பாதையும் குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலை தன்னோடு இணைத்துக் கொண்டுள்ளது என்பதை அறிவோம். அந்த வட்டப்பாதையில் சுற்றும் எலக்ட்ரான்களும் அந்த

வட்டபாதையின் ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கும். வட்டப்பாதையில் அளவு பெரிதாக ஆக, அதன் ஆற்றலும் அதிகமாகும். எனவே வெளிவட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் உள்வட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றலைக் காட்டிலும் அதிகமாகவே இருக்கும்.



(i)

r_3 3ம் ஆற்றல் பகுதி
r_2 2ம் ஆற்றல் பகுதி
r_1 1ம் ஆற்றல் பகுதி
நியூக்ளியசின் முனைப்பகுதி

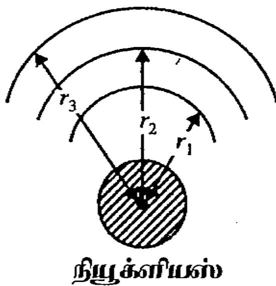
(ii)

படம் 2.12

படம் 2.12. பல்வேறு வட்டப்பாதைகளின் ஆற்றல்களை தெளிவாக காட்டுகிறது. இது ஆற்றல் மட்டங்கள் படம் என அழைக்கப்படுகிறது.

முதல் ஆற்றல் மட்டம் முதல் வட்டப்பாதையை குறிப்பதாகவும், இரண்டாவது ஆற்றல் மட்டம் இரண்டாம் வட்டப்பாதையை குறிப்பதாகவும் அவ்வாறே அடுத்த மட்டங்கள் அதற்குரிய வட்டப்பாதை குறிப்பதாகவும் உள்ளது. வட்டப்பாதை பெரிதாக ஆக அதன் ஆற்றல் மற்றும் ஆற்றல் மட்டங்களும் அதிகமாக இருக்கும்.

ஆற்றல் பட்டைகள் (Energy Bands)

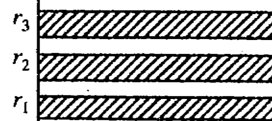


(i)

r_3 3ம் ஆற்றல் பகுதி
r_2 2ம் ஆற்றல் பகுதி
r_1 1ம் ஆற்றல் பகுதி

(ii)

ஆற்றல்



r_3
r_2
r_1

(iii)

படம் 2.13

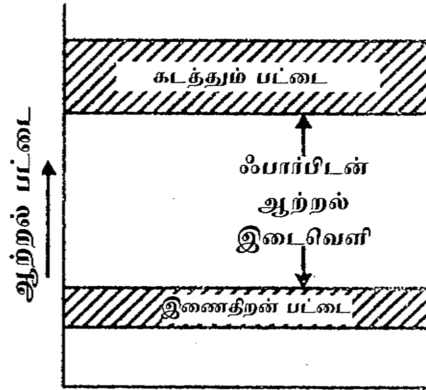
ஓர் தனி அணுவை எடுத்துக்கொண்டால், எந்த ஓர் வட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களும் குறிப்பிட்ட ஆற்றலை பெற்றிருக்கும். திடப்பொருளில் உள்ள அணுக்களின் ஆற்றல், அதனைச் சுற்றி மிக நெருக்கமாக அமைந்துள்ள அணுக்களை பொருத்து அமையும். இதன் காரணமாக ஒவ்வொரு வட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரானும் ஒரே அளவு ஆற்றலை கொண்டிருக்காமல் வெவ்வேறு விதமான ஆற்றலை கொண்டதாக உள்ளது. இதுவே ஆற்றல் பட்டை எனப்படுகிறது.

திடப்பொருளில் ஓர் எலக்ட்ரான் கொண்டிருக்கும் பல்வேறு விதமான ஆற்றலே ஆற்றல் பட்டை எனப்படுகிறது.

ஆற்றல் பட்டையின் அடிப்படைத் தத்துவத்தை படம் 2.13 தெளிவாக விளக்குகிறது. படம் 2.13 (i i) ஓர் தனி அணுவின் ஆற்றல் அளவீடுகளை தெளிவாக காட்டுகிறது. ஓர் அணுவின் ஒவ்வொரு வட்டப்பாதையும் தனி (குறிப்பிட்ட) ஆற்றலை கொண்டதாக இருக்கும். உதாரணமாக முதல் வட்டப்பாதையிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் சிறிய அளவு வேறுபாடு கொண்ட ஆற்றல்களை பெற்றதாக உள்ளது. காரணம் எந்த இரு எலக்ட்ரான்களும் ஒரே அளவு மின்னோட்ட சூழ்நிலையை கொண்டதாக இருப்பதில்லை. ஏனென்றால் முதல் வட்டப்பாதையில் இலட்சக்கணக்கான எலக்ட்ரான்கள் இருப்பதால், சிறிய ஆற்றல் வேறுபாடுகளை கொண்ட முதலாவது ஆற்றல் பட்டையானது படம் 2.13 (i i i)ல் காட்டியுள்ளதுபோல் அமையும். முதல் வடடப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள், இந்த ஆற்றல் பட்டைக்குள் எந்த ஓர் ஆற்றல் அளவினையும் கொண்டதாக இருக்கலாம். அதேபோல் இரண்டாம் வட்டப்பாதை எலக்ட்ரான்கள் இரண்டாம் ஆற்றல் பட்டைகளையும், மூன்றாம் வட்டப்பாதை அதனுக்குரிய ஆற்றல் பட்டையையும் உருவாக்குகிறது.

முக்கியமான ஆற்றல் பட்டைகள் (Important Energy Bands)

திடப்பொருளில் பல ஆற்றல் பட்டைகள் இருந்தாலும், கீழ்காணும் ஆற்றல் பட்டைகளே முக்கியமானவை.



படம் 2.14

(i) இணைதிறன் பட்டை (Valence Band)

இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றலின் அளவீடு (Range) இணைதிறன்பட்டை எனப்படும். திடப்பொருட்களில் இந்த பட்டையானது முழுமையாகவோ அல்லது பகுதியாகவோ எலக்ட்ரான்களால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். மந்த வாயுக்களில் (inert gases) இணைதிறன் பட்டையானது முழுமையாக நிரப்பப்பட்டிருக்கும். மற்ற தனிமங்களில் குறைவாக நிரப்பப்பட்டிருக்கும். குறைவாக நிரப்பப்பட்டிருக்கும் பட்டைகளில் இன்னும் அதிக எலக்ட்ரான்களைச் சேர்த்துக்கொள்ளலாம்.

(ii) கடத்தும் பட்டை (Conduction band)

குறிப்பிட்ட சில தனிமங்களில் இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களானது அணுக்கருவுடன் தகுந்த நிலையில் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். சாதாரண வெப்பநிலையில் கூட சில இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள், இணைதிறன் பாதையைவிட்டு வெளியேறி கட்டுறாஎலக்ட்ரான்களாகி (free electron) விடும். இந்த கட்டுறாஎலக்ட்ரான்களே மின்னோட்டம் கடத்துவதற்கு காரணமாக உள்ளன. ஆகையால் இவை கடத்தும் எலக்ட்ரான்கள் (Conduction Electrons) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

கடத்தும்பட்டையில் உள்ள அனைத்து எலக்ட்ரான்களும் கட்டுறாஎலக்ட்ரான்களாகும். பொதுவாக மின்கடத்தாப்பொருட்களில், கடத்தும் பட்டையானது காலியாக இருக்கும். கடத்திகளிலுள்ள கடத்தும் பட்டையில் ஓரளவு கட்டுறாஎலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்பட்டிருக்கும்.

ஆற்றல் இடைவெளி (For-bidden energy gap)

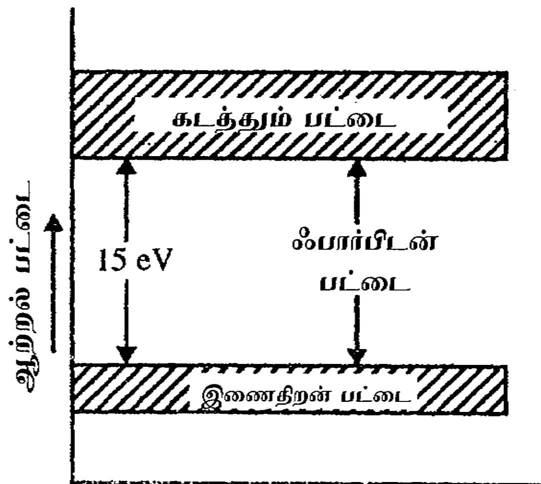
கடத்தும் பட்டைக்கும், இணைதிறன் பட்டைக்கும் இடையே உள்ள தூரமே ஆற்றல் இடைவெளி எனப்படும்.

திடப்பொருளில் ஆற்றல்பட்டைகளின் பிரிவுகள் (Classification of Solids)

சில திடப்பொருட்கள் நல்ல கடத்திகளாகவும், சில கடத்தாப்பொருட்களாகவும் இருக்கின்றன. சில பொருட்கள் இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட நிலையிலும் இருக்கின்றன. அவையே குறைகடத்திகள் எனப்படுகிறது. திடப்பொருட்களின் கடத்தும் தன்மையானது அதன் ஆற்றல் பட்டைகளின் மூலம் தெளிவாக விவரிக்கப்படுகிறது.

(i) மின்கடத்தாப்பொருள் (Insulators)

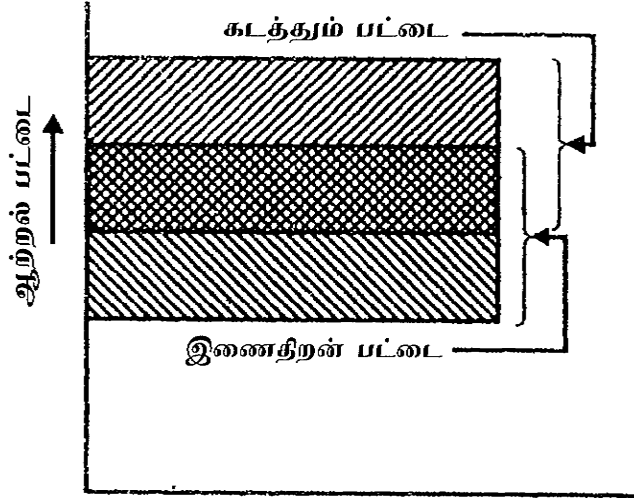
மின்கடத்தாப் பொருட்கள் (மரம், கண்ணாடி முதலியன) தன் வழியாக மின்சாரம் பாய்வதை அனுமதிப்பதில்லை. ஆற்றல்பட்டைகளின் அடிப்படையில் கூறினால்,இணைதிறன் பட்டையானது முழு அளவிலும், கடத்தும் பட்டையானது காலியாகவும் இருக்கும். மேலும் இணைதிறன் பட்டைக்கும், கடத்தும் பட்டைக்கும் இடையே உள்ள தூரமானது அதிகமாக இருக்கும் (தோரயமாக 15ev). ஆகையால் இணைதிறன் பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரானை, கடத்தும் பாதைக்கு தள்ளிவிட மிக உயர்மின்னழுத்தமானது தேவைப்படுகிறது. இக்காரணத்தினால், அத்தனிமத்தின் கடத்தும் தன்மை மிகக்குறைந்த அளவு அல்லது இல்லாத நிலையே இருக்கும்.



படம் 2.15

(ii) கடத்திகள் (Conductors)

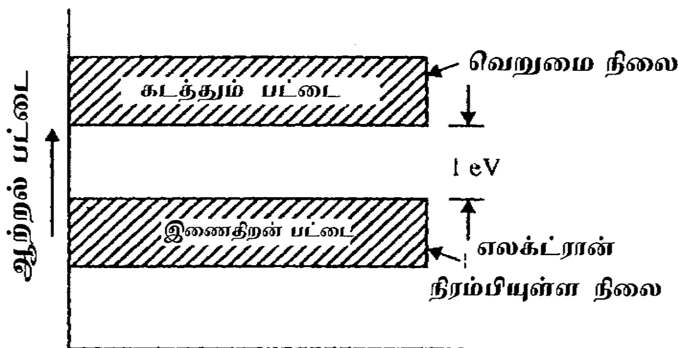
கடத்தி என்பது (செம்பு, அலுமினியம்) மிக எளிதாக தன்வழியே மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும் தன்மை கொண்டது. ஏனெனில் இது அதிக அளவில் கட்டுறாஎலக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருக்கும். மேலும் இணைதிறன் பட்டைக்கும், கடத்தும் பட்டைக்கும் இடைவெளியே இல்லாமல் ஒன்றின் மேல் ஒன்று பிடித்தவாறு இருக்கும். இதன் காரணத்தால் குறைந்த அளவு மின்னழுத்தம் தரப்பட்டாலே, அதிக அளவு கட்டுறாஎலக்ட்ரான்களை கடத்தும் பாதைக்குத் தந்து மின்னோட்டத்தினை ஏற்படுத்தும்.



படம் 2.16

(iii) குறைகடத்திகள் (Semiconductors)

குறைகடத்திகளின் (ஜெர்மானியம், சிலிகான்) மின்கடத்தும் தன்மை, கடத்திக்கும் கடத்தாப்பொருட்களுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் இருக்கும். ஆற்றல்பட்டை அகலத்தைப் பொறுத்தவரை, இணைதிறன் பட்டையானது கிட்டத்தட்ட முழுமையாக நிரப்பப்பட்டும், கடத்தும் பட்டையானது காலியாகவும் இருக்கும். மேலும் இவ்விரு பட்டைகளுக்கும் உள்ள இடைவெளி படத்தில் 2.17 காட்டியுள்ளவாறு சிறிய அளவில் இருக்கும். எனவே குறைந்த அளவு மின்னழுத்தம் தரப்படும்போதே, இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் கடத்தும் பட்டைக்குத் தள்ளப்படுகின்றன. குறைந்தபட்ச வெப்பநிலையில் கடத்தும் பட்டையானது முழுவதும் காலியாக இருக்கும். ஆகையால் இந்நிலையில் குறைகடத்தியானது ஒரு மின்கடத்தாப்பொருளாகச் செயல்படும். வெப்பமானது அதிகரிக்கும் போது ஓரளவு எண்ணிக்கையில் இணைதிறன் எலக்ட்ரானகள் கடத்தும் பாதைக்குச் செல்வதால் கடத்தும் தன்மை அதிகரிக்கும்.



படம் 2.17.

குறைகடத்திகள்

அறிமுகம்

நீங்கள் கீழ்வகுப்புகளில் கடத்திபொருட்களின் தன்மைகள், கடத்தா பொருட்களின் தன்மைகள், அதன் குணங்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றி விரிவாகப் படித்திருப்பீர்கள். ஆனால் ‘குறைகடத்தி’ என்பது பற்றி விரிவாகப் படித்திருக்கமாட்டீர்கள். இதனுடைய குணத்தின் அடிப்படையில் தான் இவைகள் குறைகடத்தி என அழைக்கப்படுகிறது. ஆனால் இந்த குறை கடத்தி தான் இன்றைய நவீன மின்னணுவியல் மற்றும் கணிணி யுகத்தின் முதுகெலும்பு என்று கூறலாம். குறைகடத்தியானது மின்கடத்தியின் குணத்திற்கும் மின்கடத்தாப் பொருளின் குணத்திற்கும் இடைப்பட்ட குணத்தைக் கொண்டது. அந்தளவிற்கு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த குறைகடத்திகளை பற்றி சற்று விரிவாகப் பார்ப்போம்.

1950களில் மின்னணுவியல் செயல்பாட்டின் (தொலைத் தொடர்பு சாதனங்கள் வானொலி, தொலைக்காட்சி, விரிவாக்கி போன்றவை) ஆதிக்கம் செலுத்தி வந்த வெற்றிடக் குழாய் மற்றும் வாயு நிரப்பப்பட்ட குழாய்கள் இந்த குறைகடத்தியின் வரவால் இன்று முற்றிலுமாக நீக்கப்பட்டுவிட்டது. பெரிய மேசை மேல் வைக்கின்ற அளவிற்கு உருவத்தில் பெரிதாக இருந்த மின்னணுவியல் சாதனங்கள் இன்று சட்டைப் பையில் போட்டுக் கொள்ளும் அளவிற்கு உருமாற்றம் பெற்றுள்ளது. விரைவான செயல்பாட்டிற்கும் ஆணி வேர் இந்தக் குறைகடத்திகள்தான்.

குறைகடத்திகள்

ஒரு தனிமத்தின் மின்தடை, ஓர் கடத்தியின் மின்தடை அளவிற்கும் மின்கடத்தாப் பொருளின் மின்தடையின் அளவிற்கும் இடையில் இருந்தால் அவை குறைகடத்தியாக கருதப்படும். எ.கா: ஜெர்மனியம், சிலிக்கான், கார்பன்.

கீழ்காணும் அட்டவணை கடத்தி, குறைகடத்தி, கடத்தாப் பொருள் மற்றும் மின்தடைப்பொருள் இவற்றின் மின்தடை அளவானது காட்டப்பட்டுள்ளது.

வ.எண்.	தனிமங்கள்	பண்பு	மின்தடை மதிப்பு
1.	செம்பு	சிறந்தகடத்தி	$1.7 \times 10^{-8}\ \Omega\, m$
2.	ஜெர்மானியம்	குறைகடத்தி	$0.6\ \Omega\, m$
3.	கண்ணாடி	கடத்தா பொருள்	$9 \times 10^{11}\ \Omega\, m$
4.	நிக்ரோம்	தடை பொருள்	$10^{-4}\ \Omega\, m$

அட்டவணையில் உள்ள தனிமங்களின் மின்தடையின் அளவை ஒப்பிட்டு பார்த்தால் ஜெர்மானியம் தனிமத்தின் மின்தடையின் அளவானது செம்பில் மின்தடையின் அளவைக்காட்டிலும் அதிகமாகவும் கண்ணாடியின் மின்தடைக்கு குறைவாகவும் இருப்பது தெரிகிறது. இதிலிருந்து குறைகடத்தியின் மின்தடை அளவானது கடத்தியின் மின்தடைக்கும், மின்கடத்தாப் பொருளின் மின்தடைக்கும் இடையில் இருப்பது தெளிவாகிறது.

ஆனால் இந்த மின்தடை குணத்தை மட்டுமே வைத்து குறிப்பிட்ட தனிமங்கள் குறைகடத்திகள் என தீர்மானிக்க முடியாது. ஏனென்றால் கலப்புத் தனிமங்கள் மூலம்

மின்தடையின் அளவை மாற்றி அவற்றை குறைகடத்தியின் மின்தடைக்கு சமமாக்க முடியும். எனவே குறைகடத்திக்கு என்று சில குறிப்பிட்ட குணங்கள் உள்ளது.

குறைகடத்தியின் தன்மைகள்

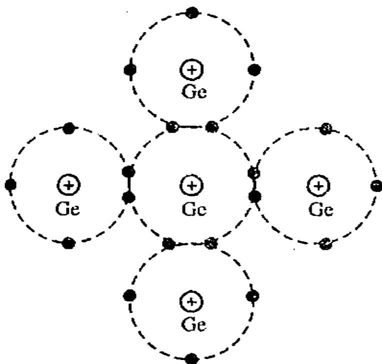
i) குறைகடத்தியின் மின்தடையானது மின்கடத்தியின் மின்தடைக்கு அதிகமாகவும் மின்கடத்தாப் பொருளின் மின்தடைக்கு குறைவாகவும் இருக்கும்.

ii) குறைகடத்தியின் மின்தடையானது எதிர் வெப்ப குணகம் கொண்டதாகும் (- ve temperature co-efficient) அதாவது ஜெர்மானியம் குறைந்த வெப்பநிலையில் ஓர் கடத்தாப் பொருளாகவும் அதிக வெப்பநிலையில் கடத்தியாகவும் செயல்படும்.

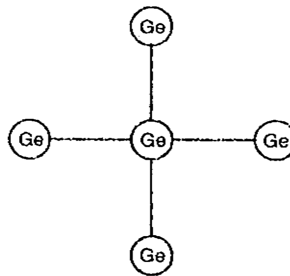
iii) குறைகடத்தியோடு குறிப்பிட்ட கலப்பு தனிமமானது (எ.கா ஆர்சனிக், கேலியம் முதலியன.) சேர்க்கப்பட்டால், அது அதன் மின்கடத்தும் குணத்தில் பெரிய மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். இது ஓர் முக்கிய குணமாகும். இது குறித்து பின்னர் விரிவாகப் பார்ப்போம்.

குறை கடத்தியின் பிணைப்புகள் (Bonds in Semiconductor)

ஒவ்வொரு தனிமத்தின் அணுக்களும் அதன் வேலன்சி எலக்ட்ரான்களின் பிணைப்பின் காரணமாக ஒன்றாக பிணைக்கப்பட்டு உள்ளது. இந்த பிணைப்பானது ஒவ்வொரு அணுவும் தனது கடைசி வட்டப்பாதையில் 8 எலக்ட்ரான்கள் இருக்க வேண்டும் என்ற நோக்கத்தில் உருவாகிறது. ஆனால் பெரும்பான்மையான குறைகடத்திகளில் கடைசி வட்டப்பாதை முழுமை பெறுவதில்லை. அதாவது கடைசி வட்டப்பாதையில் 8 எலக்ட்ரான்கள் இருப்பதில்லை. இதன் காரணமாக ஒரு அணுவானது விரைவாக தன் அருகில் உள்ள அணுவோடு பேரத்தில் ஈடுபட்டு கடைசி வட்டப்பாதையில் 8 எலக்ட்ரான்கள் ஏற்படுத்திக் கொள்ள முயலுகிறது. இதன் விளைவாக ஓர் அணுவானது மற்ற அணுவோடு தன்னுடைய வேலன்சி பாதையிலுள்ள எலக்ட்ரான்களை இழந்தோ, பகிர்ந்தோ அல்லது ஏற்றுக் கொண்டோ இந்த செயல்பாட்டை மேற்கொள்கிறது. குறைகடத்திகளில் பிணைப்புகளானது வேலன்சி எலக்ட்ரான்களை பகிர்ந்து கொள்வதின் மூலம் ஏற்படுகிறது அவ்வாறான பிணைப்புகள் கோ-வேலன்ட் பிணைப்புகள் எனப்படுகிறது.



Ge கோ-வேலண்ட் பிணைப்பு
(*i*)



Si கோ-வேலண்ட் பிணைப்பு
(*ii*)

படம் 2.18

ஓர் கோ-வேலன்ட் பிணைப்பை ஏற்படுத்துவதற்கு ஒவ்வொரு அணுவும் சரிசமமான வேலன்சி எலக்ட்ரான்களை வழங்கவேண்டும் இந்த வேலன்சி எலக்ட்ரான்களை, பிணைப்பை ஏற்படுத்தும் அணுக்களானது பகிர்ந்து கொள்ளும்.

படம் 2.18ல் ஜெர்மானியம் அணுவின் கோ-வேலன்ட் இணைப்பை காட்டுகிறது. ஜெர்மானியமானது 4 வேலன்சி எலக்ட்ரான்களை கொண்டது. அதன் கடைசி வட்டப்பாதையில் 8 எலக்ட்ரான்கள் வைத்து கொள்ள அவை முயற்சிக்கும். இதனை செயல்படுத்த ஒவ்வொரு ஜெர்மானிய அணுவும் (படம் 2.18)ல் காட்டியுள்ளது போல் தன்னை சுற்றி இருப்பது போல் ஏற்படுத்திக் கொள்ளும். அருகிலிருக்கும் ஒவ்வொரு அணுவும் ஒரு வேலன்சி எலக்ட்ரானை மைய அணுவோடு பகிர்ந்து கொள்ளும். இந்த பகிர்வின் மூலம் மைய அணுவின் கடைசி வட்டப்பாதை 8 எலக்ரான்களோடு அணுக்கருவை சுற்றிவரும். இந்த முறையில்தான் மைய அணுவானது கோ-வேலன்ட் பிணைப்பை காட்டுகிறது.

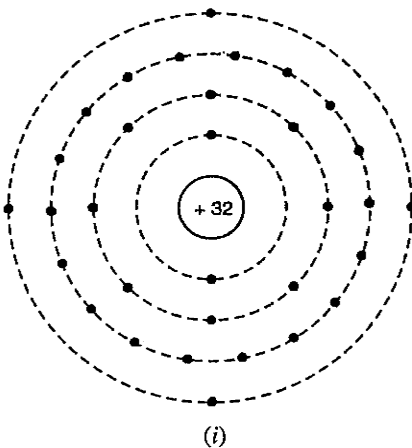
கோவேலண்ட் பிணைப்பில் உள்ள முக்கிய குறிப்புகள்

i) கோ-வேலண்ட் பிணைப்புகள் வேலன்சி எலக்ட்ரான்கள் பகிர்தலின் மூலம் ஏற்படுகிறது.

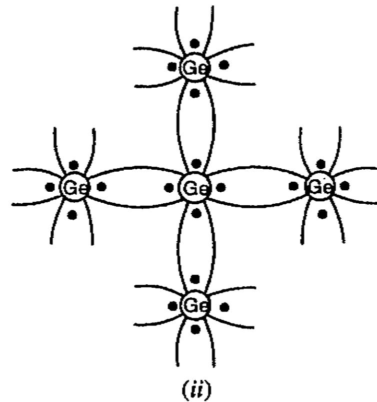
ii) கோ-வேலண்ட் இணைப்பு முறையில் ஒரு அணுவின் வேலன்சி எலக்ட்ரான்களும் அருகிலிருக்கும் அணுவின் வேலன்சி எலக்ட்ரான்களோடு நேரடிப் பிணைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கிறது. பொதுவாக வேலன்சி எலக்ட்ரான்கள் குறிப்பிட்ட அணுவோடு தொடர்புடையது. ஆதலால்தான் குறைகடத்தியில் வேலன்சி எலக்ட்ரான்கள் எதுவும் உபரியாக அல்லது வேலையில்லாமல் இருப்பதில்லை.

படிகங்கள் (Crystal)

குறிப்பிட்ட தனிமங்களின் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் ஒழுங்கான, வடிவமைக்கப்பட்ட நிலைகளில் அமைக்கப்பட்டிருந்தால் அவை படிகம் (Crystal) எனப்படும். அனைத்து குறைகடத்திகளும் படிக வடிவம் கொண்டவையே. படம் 2.19 காட்டப்பட்டுள்ளது போல் குறைகடத்தியின் ஒவ்வொரு அணுவும் அருகில் இருக்கும் அணுக்களோடு தொடர்ச்சியாக சூழப்பட்டிருக்கும். ஆகையால் ஓர் சிறு ஜெர்மானியம் தனிமம் ஜெர்மானிய படிகம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.



(i)



(ii)

படம் 2.19

பொதுவாகப் பயன்படுத்தும் குறைகடத்திகள்

பல குறைகடத்தி தனிமங்கள் இருந்தாலும் மிகச் சில குறைக்கடத்திகள் மின்னணுவியல் நடைமுறை பயன்பாட்டில் உள்ளவை. அப்படி அதிகமாக பயன்பாட்டில் உள்ளவைகள் ஜெர்மானியம் (Ge) மற்றும் சிலிக்கான் (Si) ஆகும். ஏனென்றால் இவைகளில் உள்ள

கோ-வேலண்ட் பிணைப்பை உடைப்பதற்கு மிகக்குறைந்த ஆற்றல் (அதாவது கோ-வேலண்ட் பிணைப்பிலிருந்து எலக்ட்ரான் வெளிக்கொண்டு வருவதற்கு தரப்படும் ஆற்றல்) சுமார் 0.7 ev ஜெர்மானியத்திற்கும் 1.1 ev சிலிக்கானுக்கும் கொடுத்தாலே போதுமானது. ஆகவே இந்த இரு குறைகடத்திகளை பற்றி இனி விரிவாகக் காண்போம்.

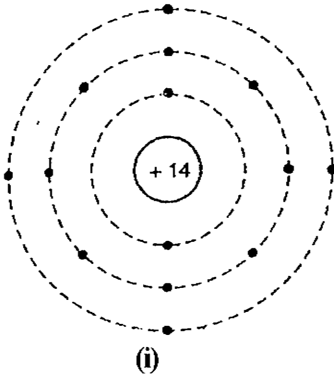
i) *ஜெர்மானியம்*

குறைகடத்திகளில் ஜெர்மானியம் ஓர் முக்கியமான பங்கு வகிக்கும் தனிமம் என்று கூறலாம். ஏனென்றால் இதை மிக எளிதாக தூய்மைப்படுத்த, படிகங்களாக்கவும் முடியும். அடிப்படையில் ஜெர்மானியம் மண்ணிலிருந்து கிடைக்கும் தாது. இது 1886 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவை குறிப்பிட்ட நிலக்கரியின் சாம்பலில் இருந்தும் துத்தநாக துகள்களிலிருந்தும் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பொதுவாக இவ்வாறு கிடைக்கும் ஜெர்மானியம், ஜெர்மானியம் டை ஆக்ஸைடு பவுடர் ஆகும். இது பின்னர் சுத்தமான ஜெர்மானியமாக ஆக்கப்படுகிறது.

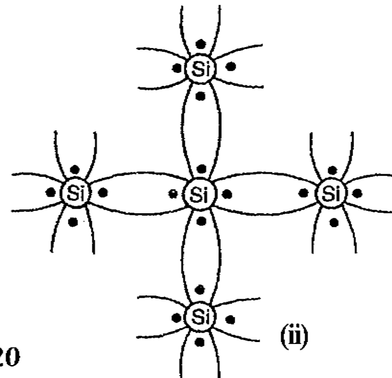
ஜெர்மானியத்தின் அணு எண் 32 எனவே அதில் 32 புரோட்டான்களும் 32 எலக்ட்ரான்களும் இருக்கும். முதல் வட்டப்பாதையில் 2 எலக்ட்ராகள், இரண்டாம் வட்டப்பாதையில் 8 எலக்ட்ரான்கள், மூன்றாம் வட்டப்பாதையில் 18 எலக்ட்ரான்கள் நான்காம் வட்டப்பாதையில் அதாவது வேலன்சி வட்டப்பாதையில் 4 எலக்ட்ரான்களுமாக அமைந்துள்ளது. ஜெர்மானிய அணுவானது 4 வேலன்சி எலக்ட்ரான்களை கொண்டிருப்பது இதிலிருந்து தெளிவாகிறது. படம் 2.19 (ii) ஆனது ஜெர்மானிய அணுவில் கோ-வேலண்ட் பிணைப்பை காட்டுகிறது. இதிலுள்ள அணுக்கள் முறையான ஒழுங்கு அமைப்பு முறையில் இருப்பதால் இது படிக அமைப்பை பெறுகிறது.

ii) *சிலிக்கான்*

சிலிக்கான் என்பது சாதாரணமாக பாறைகளில் காணப்படும் தனிமம் ஆகும். சாதாரண மணலே சிலிக்கான் டை- ஆக்ஸைடு ஆகும். இந்த சிலிக்கான் கலவை வேதியியல் மாற்றத்தின் மூலம் 100% சுத்தமான சிலிக்கானாக மாற்றப்பட்டு குறைகடத்தியாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.



(i)



(ii)

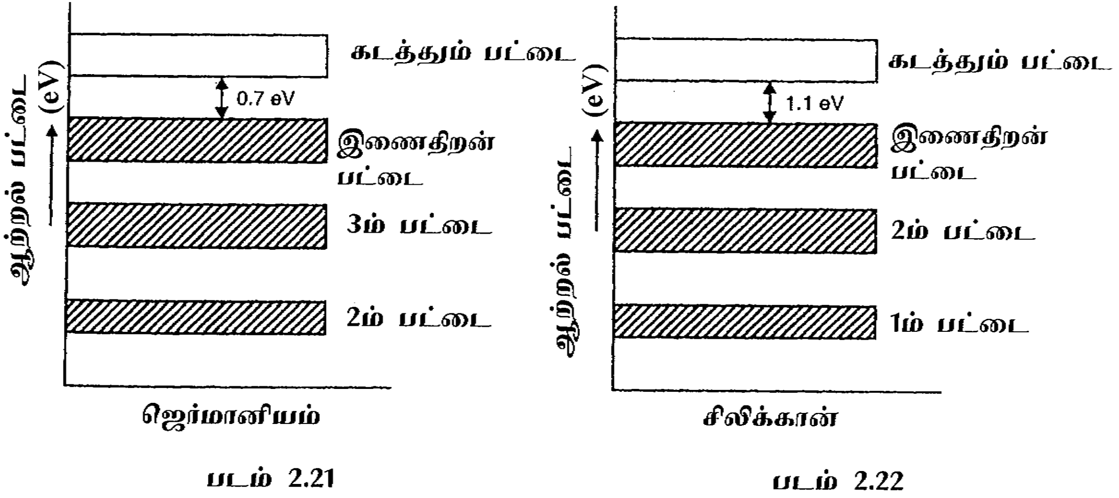
படம் 2.20

சிலிக்கானின் அணு எண் 14. எனவே அதில் 14 புரோட்டான்களும் 14 எலக்ட்ரான்களும் இருக்கும். முதல் வட்டப்பாதையில் 2 எலக்ட்ரான்கள் இரண்டாம் வட்டப்பாதையில் 8 எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் மூன்றாம் வட்டப்பாதையில் மீதமுள்ள 4 எலக்ட்ரான்களாக படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அமைந்திருக்கும் இதிலிருந்து சிலிக்கான் அணுவும் 4 வேலன்சி எலக்ட்ரான்களை கொண்டுள்ளது தெளிவாகிறது. படம் 2. 20(i) இது நான்கு வேலன்சி எலக்ட்ரான்களைக் கொண்ட

தனிமம் ஆகும். படம் 2.20(ii) சிலிக்கான் அணுக்களின் கோ-வேலண்ட் பிணைப்பை காட்டுகிறது. ஜெர்மானியத்தைப்போலவே சிலிக்கானும் முறையான அமைப்பை கொண்டுள்ளதால் இதுவும் படிக அமைப்பை பெறுகிறது.

குறைகடத்தியின் ஆற்றல் பட்டைகள்

குறைகடத்தியின் மின்தடை அளவானது மின் கடத்தியின் மின்தடை அளவிற்கும் மின்கடத்தாப் பொருளின் மின்தடை அளவிற்கும் இடையில் அமைந்துள்ளது என்பதை அறிவோம். எனினும் ஆற்றல்பட்டைகளின் மூலம் குறைகடத்திகளின் தன்மையை தெளிவாக அறியலாம்.



படம் 2.21 **படம் 2.22**

ஒரு குறைகடத்தி என்பது முழுமையான வேலன்சி பட்டையை கொண்டதாகவும் ஏறக்குறைய வெறுமையான (empty) கடத்தும் பட்டைகளைக் கொண்டதாகவும் அமைந்துள்ளது. சிறிய ஆற்றல் இடைவெளியானது (energy gap - 1 ev) இவை இரண்டையும் பிரிப்பதாக இருக்கிறது.

படம் 2.21 மற்றும் படம் 2.22 ஆனது ஜெர்மானியம் மற்றும் சிலிக்கான் அணுவின் பட்டைகளைக் காட்டுகிறது. இதன் ஃபார்பிடன் ஆற்றல் இடைவெளி சிறிதாக இருப்பது (முறையே 1.1 ev சிலிக்கான் 0.7 ev ஜெர்மானியம்) குறிப்பிடத்தக்கது. ஆதலால் குறைந்த அளவு ஆற்றல் கொடுத்தாலே வேலன்சி எலக்ட்ரான்கள் கடத்தும் பட்டைக்கு கடந்து சென்றுவிடும். அறை வெப்பநிலையில் கூட (Room Temperature) சில வேலன்சி எலக்ட்ரான்கள் போதிய ஆற்றல் பெற்று கடத்தும் பட்டைக்கு செல்வதன் மூலம் சுதந்திர எலக்ட்ரான்களாகி விடுகிறது. இருப்பினும் இந்த வெப்பநிலையில் ஏற்படுகின்ற சுதந்திர எலக்ட்ரான்கள் மிகக் குறைந்த அளவே இருக்கும். ஆகவே சாதாரண அளவு வெப்பநிலையில் ஜெர்மானியம் மற்றும் சிலிக்கான் சில்லுகள் கடத்திகளாகவும் அல்லாமல், கடத்தாப் பொருளுமாக இல்லாமல் இருக்கின்றது. எனவேதான் இவைகள் குறைகடத்திகள் என அழைக்கப்படுகின்றது.

குறை கடத்திகள் (Semi Conductors)

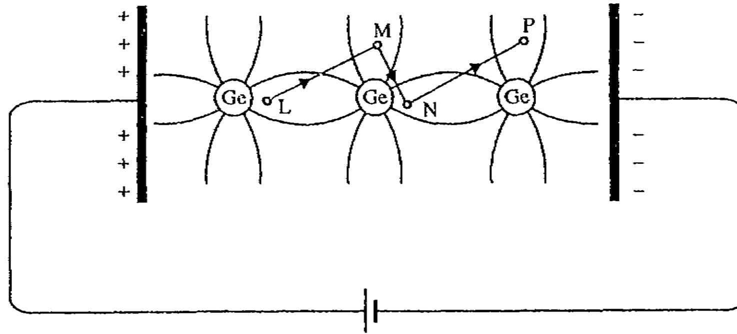
குறை கடத்திகளின் தத்துவம்

இவ்வகைப் பொருட்களைப் பெரிய படிகங்களாக வளரச் செய்து அவைகளிலிருந்து மெல்லிய துண்டுகளை அறுத்து அதிலிருந்து சுத்தமான செமி கன்டக்டர்கள் செய்யப்படுகின்றன.

இவ்வகைப் பொருட்கள் தங்கள் வேலன்சி பாதையில் நான்கு எலக்ட்ரான்களை மட்டும் கொண்டுள்ளன. ஓர் அணுவில் வேலன்சி பாதையும் அடுத்துள்ள அணுவின் வேலன்சி பாதையும் கோ வேலன்ட் பாண்ட் (Co-Valent band) என்ற இணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பூஜ்ஜிய வெப்பநிலையில் ஜெர்மானியமும், சிலிக்கானும் இன்சுலேட்டர்கள். ஆனால் அறை வெப்பநிலையில் (Room temperature) சில எலக்ட்ரான்கள் கடத்தும் பகுதிக்கு (Conduction band) நகர்ந்து விடுவதால் அந்நிலையில் அவைகள் கடத்தியாகவோ இன்சுலேட்டராகவோ இல்லாமல் குறை கடத்திகளாக (Semi Conductor) அமைகின்றன. வேலன்சி பாதையிலிருந்து கடத்தும் பகுதிக்கு எலக்ட்ரான்கள் செல்வதால் வேலன்சி பாதையில் காலிஇடம் ஒன்று உண்டாகிறது. இது ஹோல் (Hole) என்று அழைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக இந்த ஹோல்களின் இயக்கத்தால் வேலன்சி பகுதியில் எதிர்திசையில் ஒரு மின்னோட்டம் உண்டாகின்றது.

ஹோல் மின்னோட்டம் (Hole current)

அறை வெப்பநிலையில் சுத்தமான குறைகடத்தியிலுள்ள சில கோ - வேலண்ட் இணைப்புகள் உடைபட்டு சுதந்திர எலக்ட்ரான்களை ஏற்படுத்தும். மின்புலத்தின் காரணமாக இந்த சுதந்திர எலக்ட்ரான்கள் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தும். அதே சமயத்தில் மற்றொரு மின்னோட்டமும் குறைகடத்தியில் பாயும். அதுவே ஹோல் மின்னோட்டம் எனப்படும். அதாவது வெப்ப ஆற்றலினால் கோ - வேலண்ட் இணைப்பு உடைபடும் பொழுது வெளியேறும் எலக்ட்ரான் கோ - வேலண்ட் இணைப்பில் ஓர் வெற்றிடத்தை ஏற்படுத்தும். ஏனென்றால் அவ்விடத்திலிருந்து எலக்ட்ரான் வெளியேறிவிட்டதால் அது வெற்றிடமாக இருக்கும். ஆகவே இது +ve தன்மை கொண்டதாகவும் ஆகிவிடுகிறது. இதைத்தான் ஹோல் (Hole) என்கிறோம். இப்படியாக ஒரு எலக்ட்ரான் வெளியேறினால் ஒரு ஹோல் ஏற்படும். ஆக வெளியேறும் ஓர் எலக்ட்ரான் ஓர் ஹோலை ஏற்படுத்தும். இதனால் வெப்ப ஆற்றல் ஹோல் - எலக்ட்ரான் ஜோடிகளை உருவாக்குகிறது எனலாம். ஹோல்களின் மூலம் மின்னோட்டக் கடத்தும் தன்மை பற்றி பார்ப்போம்.

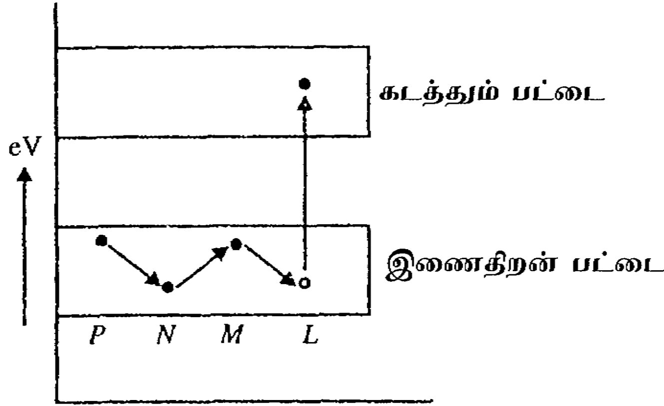


படம் 2.23

ஓர் ஹோல் ஆனது இணைப்பிலிருந்து விடுபட்ட எலக்ட்ரானை காட்டுகிறது. உதாரணமாக 'L' பாதையிலுள்ள (படம் 2.23) வேலன்சி எலக்ட்ரான் வெப்ப ஆற்றலின் காரணமாக சுதந்திர எலக்ட்ரானாக மாறிவிட்டால், அக்கோவேலண்ட் இணைப்பில் (L) ஓர் வெற்றிடம் (ஹோல்) ஏற்படும். இந்த வெற்றிடம் எலக்ட்ரானை ஈர்க்கும் ஓர் புள்ளியாக இருக்கும். ஆகையால் அருகிலுள்ள கோ - வேலண்ட் பாதையிலுள்ள (உதாரணமாக M பாதையிலுள்ள) எலக்ட்ரான் 'L' பாதையிலுள்ள வெற்றிடத்தை நிரப்பும். இதன் காரணமாக 'M' பாதையில் ஓர் வெற்றிடம் ஏற்படும். இதை நிரப்ப 'N' பாதையிலிருந்து எலக்ட்ரான் வர, அவ்விடத்தில் மற்றொரு ஹோல் ஏற்படும். இப்படி

இந்நிகழ்வானது தொடர்ச்சியாக ஏற்பட அதன் காரணமாக பாசிட்டிவ் மின்னழுத்தமானது L -ல் இருந்து 'N' யை நோக்கி அதாவது நெகட்டிவ் முனையை நோக்கி செல்லும். இப்படியே ஹோல் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

குறிப்பாக ஹோல் மின்னோட்டமானது, ஓர் கோ - வேலண்ட் இணைப்பிலுள்ள வேலன்சி எலக்ட்ரான்கள், அடுத்த கோ - வேலண்ட் இணைப்பிற்கு நகர்வதன் காரணமாகவே ஏற்படுகிறது. இப்படி எலக்ட்ரான்கள் மூலம் ஏற்படும் மின்னோட்டத்தை ஏன் ஹோல் மின்னோட்டம் என அழைக்க வேண்டும் என்ற சந்தேகம் எழலாம். ஏனென்றால் இம்மின்னோட்டம் ஏற்படுவதற்க்கு அடிப்படைக் காரணம் கோ-வேலண்ட் இணைப்பில் ஏற்படும் ஹோல்கள் (வெற்றிடம்). ஆகையால் இதில் ஏற்படும் மின்னோட்டம் ஹோல்கள் நகருவதால் ஏற்படுகிறது எனலாம்.



படம் 2.24

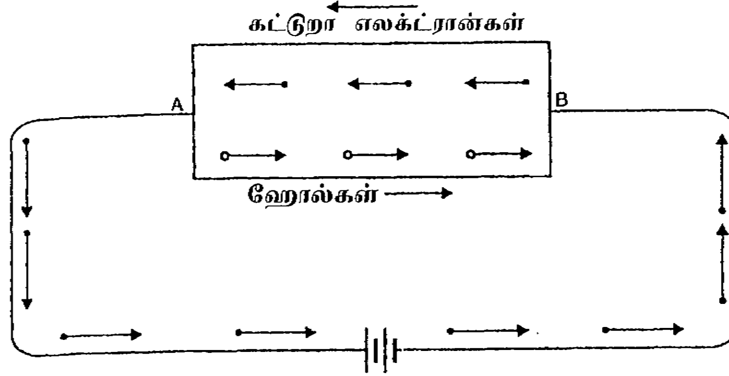
ஆற்றல் பட்டை விளக்கம்

ஆற்றல் பட்டையின் மூலமாக ஹோல் மின்னோட்டத்தை எளிதாக விளக்கலாம். உதாரணமாக வெப்ப ஆற்றலின் காரணமாக இணைதிறன் பாதையிலிருந்து ஓர் எலக்ட்ரான் கடத்தும் பாதைக்கு படம் 2.24ல் காட்டியுள்ளதுபோல் செல்லும்போது, 'L' என்ற இடத்தில் ஓர் வெற்றிடத்தை ஏற்படுத்துகிறது. தற்போது 'M' என்ற இடத்தில் உள்ள இணைதிறன் எலக்ட்ரான் 'L' இடத்தை நிரப்புகிறது. இதனால் 'L' என்ற இடம் நிரப்பப்பட்டு 'M' என்ற இடம் வெற்றிடமாகிறது (ஹோல்). தற்போது 'N' என்ற இடத்திலிருந்து எலக்ட்ரான் நகர்ந்து 'M' இடத்தை நிரப்புகிறது. இதனால் 'N' என்ற இடம் வெற்றிடமாகிறது. ஆக இணைதிறன் எலக்ட்ரான் PNML என்ற திசையில் நகர, ஹோல்கள் அதற்கு எதிர் திசையில் LMNP நகர்கிறது.

இன்ட்ரின்சிக் குறைகடத்தி (Intrinsic semiconductor)

எந்த ஓர் குறைகடத்தி தனது சுத்தமான குறைகடத்தி நிலையில் உள்ளதோ, அது இண்ட்ரின்சிக் குறைகடத்தி எனப்படுகிறது.

அறை வெப்பநிலையில் (Room Temperature) ஹோல் - எலக்ட்ரான் ஜோடிகள் ஏற்பட்டு அதன் காரணமாக இரு முறைகளில் மின்னோட்டம் ஏற்படும். ஒன்று சுதந்திர எலக்ட்ரான்கள் மூலம், மற்றொன்று ஹோல்களின் மூலம். ஆக இக்குறைகடத்தியில் ஏற்படும் மொத்த மின்னோட்டம் சுதந்திர எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் ஹோல்களின் மூலம் ஏற்படும் மின்னோட்டத்தின் கூட்டுத் தொகையாகும்.



படம் 2.25

சுற்றில், (படம் 2.25) மின் ஒயர்களில் செல்லும் மின்னோட்டம் முழுவதும் எலக்ட்ரான்களினால் ஏற்படும் மின்னோட்டம்! அப்படியானால் இந்த ஹோல்கள்! மேலே உள்ள படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் பாசிட்டிவ் தன்மையுடைய ஹோல்கள் -ve முனையை நோக்கிச் செல்கிறது. 'B' என்ற -ve முனையை அடைந்தும், அக்குறைகடத்தியிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் அம்முனைக்கருகே ஹோல்களோடு இணைந்து அதை நீக்கிவிடுகிறது. அதே சமயத்தில் 'A' என்ற +ve முனையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் பேட்டரியின் +ve முனையை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகிறது. இது மேலும் +ve முனையில் அதிக ஹோல்களை ஏற்படுத்த அது மீண்டும் -ve முனையை நோக்கி செல்லும்.

கலப்பு குறை கடத்திகள் (Extrinsic Semi Conductors)

இந்த கலப்பு குறை கடத்திக்கு எக்ஸ்டிரன்ஸிக் என்று பெயர். தனி ஜெர்மனியம் அல்லது சிலிக்கானுடன் ஒரு மூன்று அல்லது ஐந்து வேலன்சி எலக்ட்ரான் கொண்ட தனிமத்தின் மிகமிகச் சிறிய பகுதியைச் சேர்த்து இதை தயாரிக்கிறார்கள்.

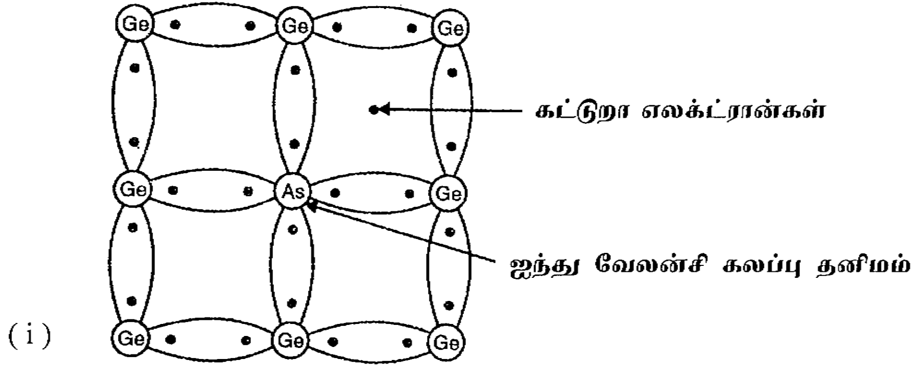
சுத்தமான குறைகடத்தியோடு மிகக்குறைந்த கலப்புத்தனிமம் சேர்க்கும் முறைக்கு டோப்பிங் (Doping) என்று பெயர். இவ்வாறு கலப்பு செய்யப்பட்ட குறைக்கடத்தியை Doped semi conductor அல்லது Extrinsic என்கிறோம். பொதுவாக சுமார் 10^{10} பங்கு குறை கடத்தியுடன் 1 பங்கு டோப்பிங் பொருளை சேர்த்து டோப்பிங் செய்யப்படுகிறது.

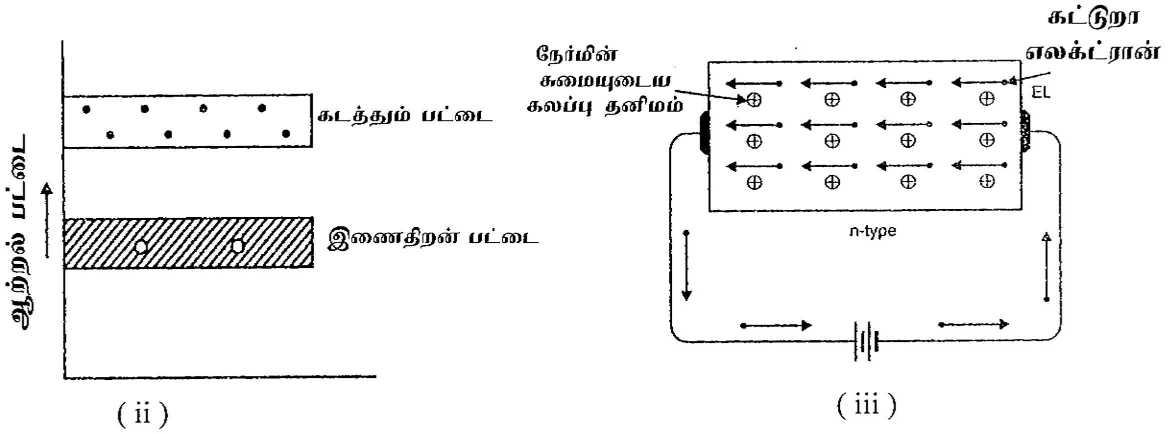
குறிப்பு

போரான் (Boron) அலுமினியம், இண்டியம் போன்ற பொருட்களின் அணுக்கள் தங்கள் வேலன்சி பாதையில் மூன்று எலக்ட்ரான்களையும், பாஸ்பரஸ், ஆர்சனிக், ஆன்டிமணி போன்ற அணுக்களின் வேலன்சி பாதையில் ஐந்து எலக்ட்ரான்களும் உள்ளன.

N வகை குறை கடத்தி

ஆண்டிமனி, ஆர்சனிக், பாஸ்பரஸ் போன்ற குறைகடத்திகளுடன் சிலிக்கான் சேர்க்கப்பட்டால் கிடைக்கும் குறைகடத்தியை N வகை அல்லது டோனார் (Donor) வகை என்கிறோம். இந்த கலப்பு தனிமத்தில் உள்ள நான்கு எலக்ட்ரான்கள் கோவேலண்ட் பிணைப்பு முறையில் சிலிக்கான் அணுவுடன் இணைந்து கொள்கின்றன. மீதியுள்ள எலக்ட்ரான் (Free electron) உறுதியில்லாமல் பிணைக்கப்பட்டு இருப்பதால் இது கடத்தும் பகுதியை அடைகிறது.

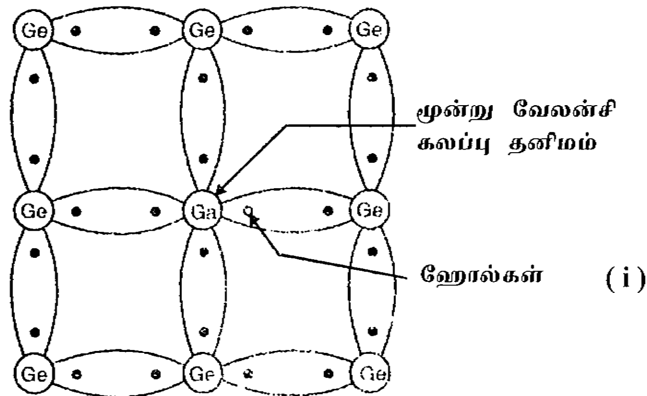




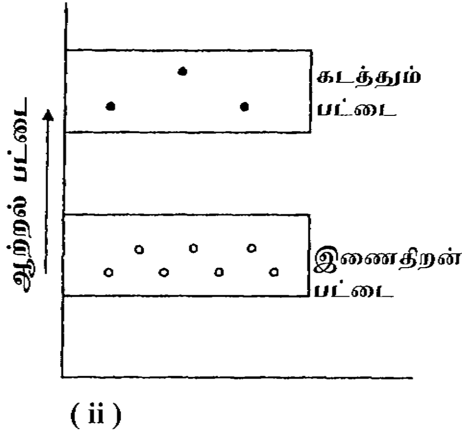
படம் 2.26

இவ்வகை எலக்ட்ரான்களே பெரும்பான்மை கடத்திகளாக (Majority carriers) அமைகின்றன. அவைகளில் சிலவற்றை வெப்ப ஆற்றலை கொடுத்து வெளியேற்றி, ஹோல்கள் உண்டாக்க முடியும். ஆதலின் ஹோல்கள் (Holes) சிறுபான்மை கடத்திகளாகின்றன. ஐந்து வேலன்சி எலக்ட்ரான்கள் உள்ள பொருளை கொண்டு டோப் செய்வதால் பாசிட்டிவ் முனையை நோக்கி எலக்ட்ரான்களும், நெகட்டிவ் முனையை நோக்கி ஹோல்களும் செல்கின்றது. இந்த கலப்பு தனிமங்களை டோனார் கலப்புத் தனிமம் என்கிறோம்.

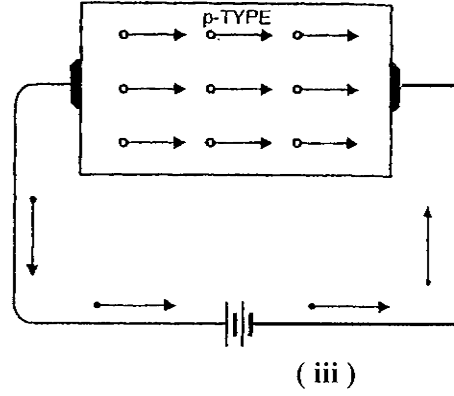
"P" வகை குறை கடத்தி



படம் 2.27



(ii)



(iii)

படம் 2.27

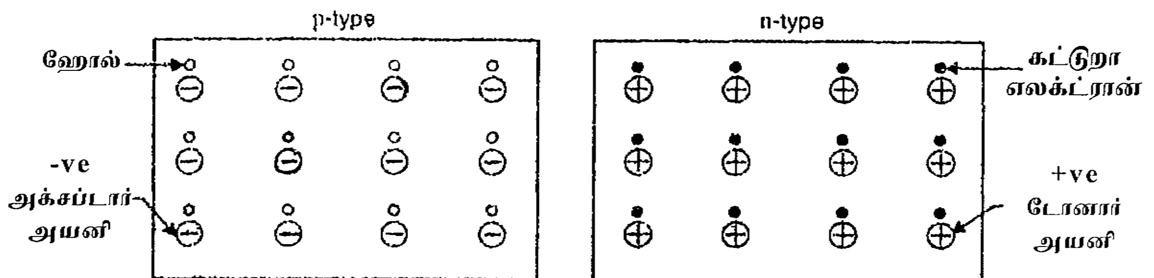
மூன்று வேலன்சி எலக்ட்ரான்களை கொண்ட அலுமினியம், இண்டியம், போரான், கேலியம் போன்ற பொருட்களில் ஒன்றை சிலிக்கானுடன் சேர்த்தால் கிடைக்கும் குறைகடத்தியை P வகை குறைகடத்தி அல்லது அக்செப்டார் (acceptor) வகை என்கிறோம். இதன் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

P வகை குறை கடத்தியில் ஹோல்கள் பெரும்பான்மையான கடத்திகளாக அமைகின்றன. ஒரு மின்னழுத்தம் கொடுக்கும்போது, ஒரு அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான் அடுத்த அணுவிலுள்ள ஹோல்களுக்கு இடம்பெயர்ந்து புதியதாக ஒரு ஹோலை உண்டாக்குகிறது. அந்த ஹோல் அடுத்த அணுவின் எலக்ட்ரான் மூலம் நிரப்பப்படுவதால் அந்த அணுவில் மற்றொரு ஹோல் உண்டாகிறது. இந்நிகழ்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. அதாவது எலக்ட்ரான் பாசிட்டிவ் முனையை நோக்கியும், ஹோல்கள் நெகட்டிவ் முனையை நோக்கியும் நகர்கின்றன. மூன்று எலக்ட்ரான்களை கொண்ட கலப்பு பொருளை அக்சப்டார் கலப்புத் தனிமம் என்கிறோம்.

2.3. P.N. சந்தி

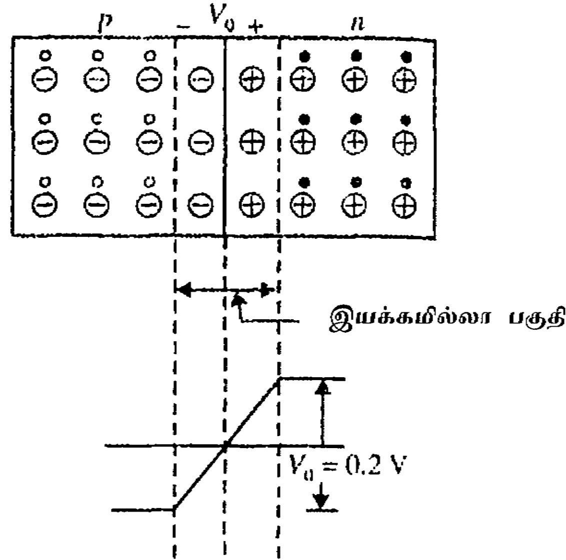
ஒரு P வகை குறை கடத்தியும் ஒரு N வகை குறை கடத்தியும் குறிப்பிட்ட அளவு எடுக்கப்பட்டு இணைத்து, PN சந்தி உருவாக்கப்படுகிறது. இவை இரண்டும் சந்திக்கும் இடம் தான் PN சந்திப்பு (Junction) என அழைக்கப்படுகிறது.

P.N. சந்தி குணங்கள்



படம் 2.28

ஒரு P வகை குறைகடத்தியும், N வகை குறைகடத்தியும் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கப்பட்டால், முன்னதில் உள்ள ஹோல்களும், பின்னதில் உள்ள எலக்ட்ரான்களும் விரைந்து சென்று ஒன்றோடொன்று இணைந்து தங்களுடைய சார்ஜ் தன்மையை இழந்து நியூட்ரல் ஆகிவிடும் என சாதாரணமாக கருதலாம். ஆனால் அவ்வாறு நிகழ்வதில்லை. N வகையிலுள்ள சில கடத்தும் எலக்ட்ரான்கள் P வகையிலுள்ள ஹோல்களுடன் இணைந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு ஏற்பட்ட எலக்ட்ரான்களின் இழப்பு N வகை பாசிட்டிவ் மின்னேற்றம் பெறுமாறு செய்கிறது. அது போலவே ஹோல்களை இழந்த P வகை நெகட்டிவ் மின்னேற்றம் பெறுகிறது. இதன் காரணமாக சந்திப்பில் ஒரு வெறுமை பிரதேசம் (depletion region) உண்டாகிறது. அப்பகுதியில் ஹோல்களோ கடத்தும் எலக்ட்ரான்களோ இருப்பதில்லை. இரண்டு பகுதிகளில் உண்டாகி இருக்கும் மின்னேற்றம் மேற்கொண்டு எலக்ட்ரான் - ஹோல் இணைப்பு நடைபெறாமல் செய்கின்றன. மேலும் இந்த சார்ஜ் காரணமாக உண்டாகும் மின்னழுத்தத்தை பேரியர் பொட்டன்ஷியல் (Barrier Potential) என்கிறோம். இந்த பேரியர் பொட்டன்ஷியல் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இதன் அளவு சுமார் 0.5 V அளவில் இருக்கும் டிப்ளீசன் ரீஜன் எனப்படும் வெறுமைப் பிரதேசம் சுமார் 0.0005 mm அளவில் இருக்கும். இவ்வாறு P வகை குறைகடத்தியும் N வகை குறைகடத்தியும் இணைந்த அமைப்பை PN சந்திப்பு டையோடு என்கிறோம்.



படம் 2.29

இயக்கமில்லா பகுதி (Depletion region)

இயக்கமில்லா பகுதி இந்த சந்திப்பில் ஒரு வினோத செயல் நடைபெறுகிறது. சந்திப்பு பகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான்களும், ஹோல்களும் ஒன்றையொன்று வலிமையாக கவர்ந்திழுக்கின்றன. இரு பக்கத்திலுள்ள சார்ஜ் இந்த கவரும் விசையை அதிகப்படுத்துகின்றன எனலாம். அதே சமயத்தில் சில சமயம் கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் (Free electrons) P வகையிலுள்ள ஹோல்களுடன் இணைந்து விடுகின்றன. கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் சந்திப்பை கடந்து செல்லுவதால் N வகை குறைகடத்தியில் சந்திப்பு பகுதியில் எலக்ட்ரான்கள் குறைவு ஏற்படுகிறது. இச்சமயத்தில் P வகை குறைகடத்தியில் உள்ள ஹோல்கள் (எலக்ட்ரான் இணைப்பினால்) சில நிரப்பப்படுவதால்,

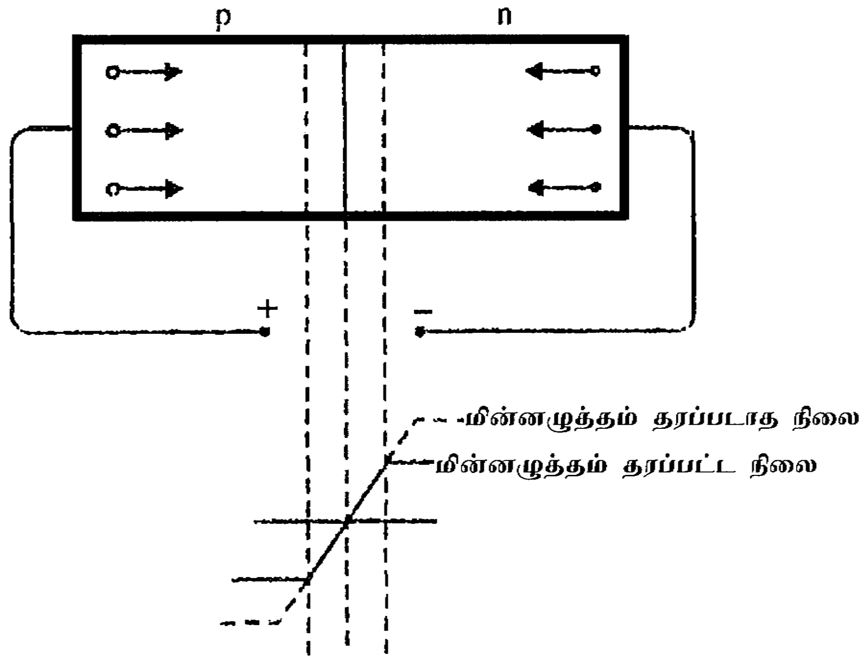
அவை ஹோல் தன்மையை இழந்து விடுகின்றன. அதாவது சந்திப்பு பகுதியில் ஹோல்களும் குறைந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு ஹோல்களும் எலக்ட்ரான்களும் குறைந்து போன சந்திப்பு பகுதியே டிப்ளீசன் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

பேரியர் மின்னழுத்தம் (Barrier Voltage)

டிப்ளீசன் பகுதியில் N வகை குறைகடத்தி எலக்ட்ரான்களை இழந்து பாசிட்டிவ் மின்னேற்றத்தையும், P வகை குறைகடத்தி ஹோல்களை இழந்து நெகட்டிவ் மின்னேற்றத்தையும் பெறுகின்றன. அதாவது சந்திப்பின் இரண்டு முனைகளிலும் எதிர் மின்னேற்றம் பெறுகின்றன எனலாம். இத்தன்மை படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. எதிர் மின்னேற்றம் பெற்றுள்ள சந்திப்பின் இரு பகுதிகளுக்கிடையே உண்டாகும் மின்னழுத்தமே பேரியர் வோல்டேஜ் எனப்படுகிறது.

PN சந்திப்பு முன்னோக்கு பயாஸ் (Forward bias)

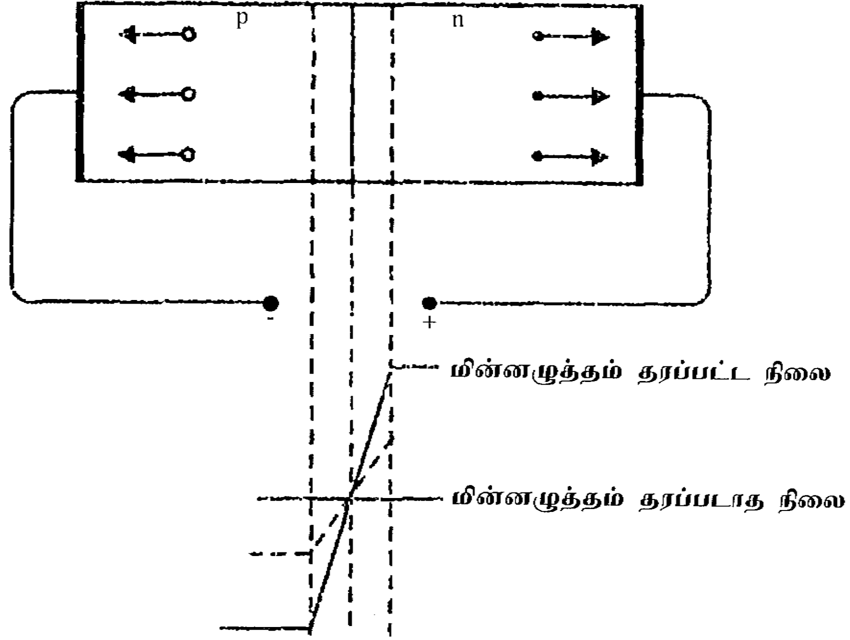
படத்தில் (2.30) ஒரு P.N. சந்தி DC மின்னழுத்தத்துடன் காட்டப்பட்டுள்ளது. பேட்டரி பாசிட்டிவ் முனை சந்திப்பின் P பகுதியோடும், நெகட்டிவ் முனை N பகுதியோடு இணைக்கப்பட்டிருந்தால் இதுவே முன்னோக்கு பயாஸ் எனப்படும்.



படம் 2.30

இதன் பொட்டன்ஷியல் பேரியர் சப்ளை மின்னழுத்தம் V ஆக குறைக்கப்படுகிறது. பேட்டரியின் பாசிட்டிவ் முனை P பகுதியில் உள்ள ஹோல்களை விலக்கித் தள்ளுகிறது. பேட்டரியின் நெகட்டிவ் முனை N பகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான்களை தள்ளுகிறது. இதன் காரணமாக எலக்ட்ரான்களில் ஊட்டம் ஏற்பட்டு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இங்கு சிறுபான்மையான கடத்திகளினால் மிகக் குறைந்த அளவு மின்சார ஓட்டம் எதிர்திசையில் நடைபெறுகிறது. இந்த இணைப்பு முறையில் இயக்கமில்லா பகுதி அளவு வெகுவாக குறைக்கப்படுகிறது.

பின்னோக்கு பயாஸ் (Reverse bias)



படம் 2.31

படத்தில் (2.31) ஒரு P.N. சந்தி ஒரு பேட்டரியுடன் இணைக்கப்பட்டு காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த இணைப்பு முறைக்கு பின்னோக்கு பயாஸ் (Reverse bias) என்று பெயர். இந்நிலையில் அதன் பொட்டன்ஷியல் பேரியர் V.-ன் அளவு அதிகரிக்கிறது. பேட்டரியின் பாஸிட்டிவ் N முனை பகுதியிலுள்ள ஹோல்களை இழுத்துக்கொள்கிறது. இயக்கமில்லா பகுதி அகலமாகிறது மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் சந்தியினை தாண்டுவது இல்லையாதலால் மின்னோட்டம் நிகழ முடிவதில்லை. இருந்தபோதும் மைனாரிட்டி கேரியர்கள் இயக்கத்தால் குறைந்த அளவு மின்னோட்டம் நடைபெறுகிறது.

இதிலிருந்து ஒரு P.N. டையோட் முன்னோக்கு பயாஸ் முறையில் இணைக்கப் பட்டிருக்கும்போது மட்டுமே மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கிறது.

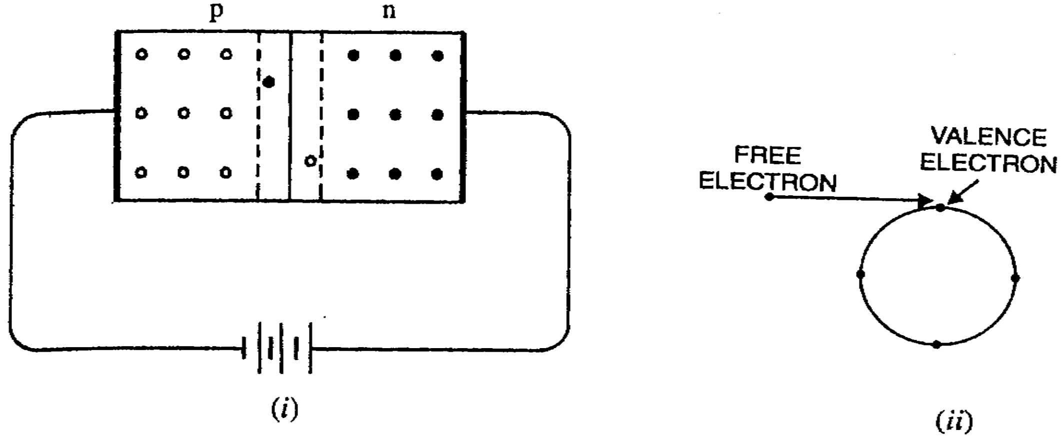
P.N. சந்தி குறித்து இரண்டு விஷயங்கள் முக்கியமானவை. அவையாவன.

1. பிரேக்டவுன் வோல்டேஜ் (Break down voltage)

2. (க்) நீ வோல்டேஜ் (Knee Voltage)

பிரேக்டவுன் வோல்டேஜ்

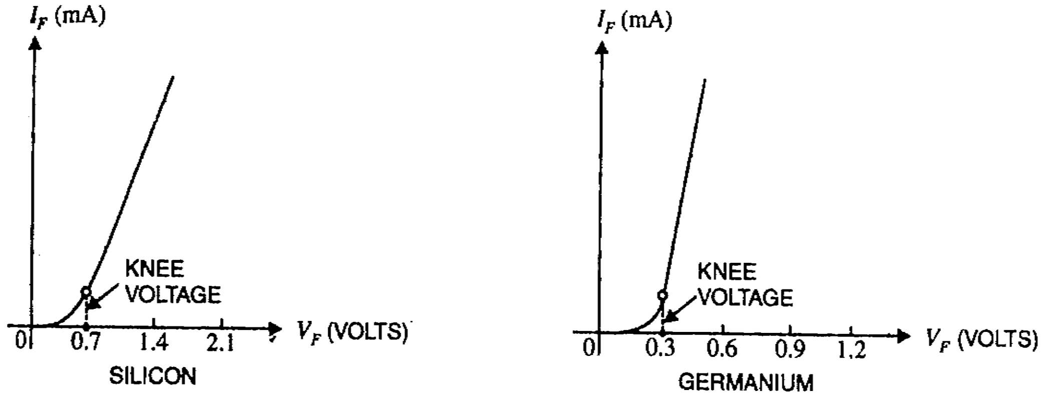
ஒரு குறிப்பிட்ட பின்னோக்கு பயாஸ் வோல்ட்டில் P.N. சந்திப்பு முறிவு ஏற்பட்டு அதிக அளவு மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கிறது இந்நிலை ஏற்படின் அதன் தனித் தன்மைகள் அழிந்துவிடுகின்றன.



படம் 2.32

(க்) நீ வோல்டேஜ்

P.N. சந்திப்புக்கு முன்னோக்கு பயாஸ் கொடுத்து, அந்த மின்னழுத்தத்தை சீராக உயர்த்திக்கொண்டே சென்றால் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தில், மின்னோட்டம் விரைவில் அதிகரிக்கிறது. இதையே 'நீ' வோல்டேஜ் என்கிறோம்



படம் 2.33

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. ஒரு அணு எடையை நிர்ணயிப்பது

அ. புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை ஆ. நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

இ. புரோட்டான் மற்றும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

ஈ. எலக்ட்ரான் மற்றும் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை

2. ஒரு அணுவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையை _______ என்கிறோம்.

அ. ஐசோடோப் எண் ஆ. அணு எண் இ. அணு எடை ஈ. எதுவுமில்லை

3. இணைதிறன் எலக்ட்ரான் என்பது

அ. அடர்த்தியற்ற எலக்ட்ரான் ஆ. நகரும் எலக்ட்ரான்

இ. இறுதிப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான் ஈ. எந்தவித சார்ஜ் இல்லாத எலக்ட்ரான்

4. கீழ்க்கண்டவைகளில் எந்த தனிமம் மூன்று வேலன்சி எலக்ட்ரான்களை பெறாதது?

அ. போரான் ஆ. அலுமினியம் இ. ஜெர்மானியம் ஈ. பாஸ்பரஸ்

5. கீழ்க்கண்டவைகளில் எந்த தனிமம் ஐந்து வேலன்சி எலக்ட்ரான்களை பெறாதது?

அ. பாஸ்பரஸ் ஆ. ஆர்செனிக் இ. ஆண்டிமணி ஈ. இண்டியம்

6. சுத்தமான குறைகடத்தியை _________ என்கிறோம்

அ. இண்ட்ரின்சிக் குறைகடத்தி ஆ. எஃக்ஸ்டிரின்சிக் குறைகடத்தி

இ. P வகை குறைகடத்தி ஈ. N வகை குறைகடத்தி

7. கீழ்க்கண்டவைகளில் டோனார் வகை கலப்பு தனிமம் எது?

அ. அலுமினியம் ஆ. போரான் இ. பாஸ்பரஸ் ஈ. இண்டியம்

8. கீழ்கண்டவைகளில் அக்செப்டார் வகை கலப்பு தனிமம் எது?

அ. ஆண்டிமணி ஆ. கேலியம் இ. ஆர்செனிக் ஈ. பாஸ்பரஸ்

9. ஒரு N வகை குறைகடத்தியில் உள்ள சுதந்திர எலக்ட்ரான்கள் _______ கேரியர்களாகும்.

அ. மைனாரிட்டி ஆ. மெஜாரிட்டி இ. காந்ததன்மையுள்ள ஈ. நியூட்ரல்

10. கலப்பு செய்யப்பட்ட குறைகடத்தியை ___________ என்கிறோம்.

அ. மாசுடைய குறைகடத்தி ஆ. டைபோல் குறைகடத்தி

இ. பைபோலார் குறைகடத்தி ஈ. எஃக்ஸ்டிரின்சிக் குறைகடத்தி

II. *ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி*

1. அணுவின் முக்கிய பகுதிகள் யாவை?
2. ஒரு அணுவின் மூன்றாவது பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் அதிகபட்ச எண்ணிக்கை யாது?
3. சிலிக்கான் தனிமத்தின் அணு எண் யாது?
4. ஜெர்மானியத்தின் அணுவில் எத்தனை பாதைகள் (orbits) உள்ளன?
5. மூன்று வேலன்சி எலக்ட்ரான்கள் உள்ள தனிமங்களைக் கூறு.

6. ஐந்து வேலன்சி எலக்ட்ரான்கள் உள்ள தனிமங்களைக் கூறு.

7. முக்கியமான ஆற்றல் பட்டைகளைக் கூறு.

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. அணு எண், அணு எடை வரையறு.
2. இணைதிறன் எலக்ட்ரான் என்றால் என்ன?
3. ஜெர்மானியம் அணுவின் அமைப்பை வரைக.
4. ஆற்றல் பட்டை என்றால் என்ன?
5. எலக்ட்ரான் வெளியீடு என்றால் என்ன?
6. செயலாற்றும் உறுப்புகள் என்றால் என்ன? உதாரணம் கூறு.
7. கலப்பு குறைகடத்தி என்பது என்ன?

பகுதி இ

IV. கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. குறிப்பு வரைக. சுதந்திர எலக்ட்ரான் (Free electron)
2. ஆற்றல் பட்டைகளை விளக்கு.
3. கடத்தி, குறைகடத்தி, கடத்தாப் பொருள் விளக்கு.
4. N வகை குறைகடத்தியை படத்துடன் விளக்கு.
5. P வகை குறைகடத்தியை படத்துடன் விளக்கு.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விரிவாக விளக்கு

1. போர் அணு மாதிரி (Bohr's atomic model) தகுந்த படத்துடன் விரிவாக விளக்கு.
2. குறைகடத்தியின் பிணைப்பு முறைகளை தகுந்த படத்துடன் விவரி.
3. எலக்ட்ரான் வெளியீடு (Electron Emission) முறைகளை படங்களுடன் விரிவாக விளக்கு.

விடைகள்

1 (இ) 2 (ஆ) 3 (இ) 4 (ஈ) 5 (ஈ) 6 (அ) 7 (அ) 8 (இ) 9 (ஆ) 10 (ஈ)

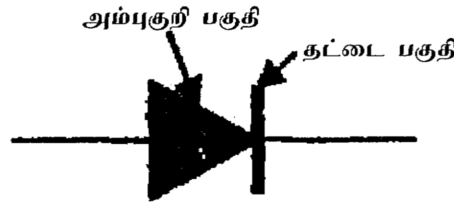
3. குறைகடத்தி சாதனங்கள்
(Semi Conductor Devices)

அறிமுகம்

சென்ற பகுதியில் PN சந்தி அமைப்பு, அதன் அடிப்படை செயல்பாடு ஆகியவற்றைப் பற்றி பார்த்தோம். இப்பாடப் பகுதியில் PN சந்தியைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்படும் சாதனங்கள் அதன் செயல்பாடு மற்றும் மின்னணு கருவிகளில் இவற்றின் பயன்பாடுகள் ஆகியவற்றைப் பற்றி பார்ப்போம்.

3.1. டையோடு

ஒரு P வகை குறை கடத்தியும் ஒரு N வகை குறை கடத்தியும் குறிப்பிட்ட அளவு எடுக்கப்பட்டு இணைத்து, PN சந்திப்பு டையோடானது உருவாக்கப்படுகிறது. இவை இரண்டும் சந்திக்கும் இடம் தான் PN சந்திப்பு (Junction) என அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 3.1

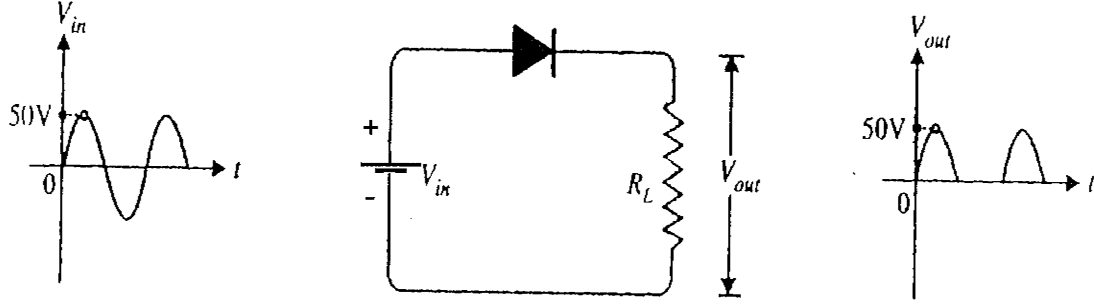
பாயிண்ட் காண்டாக்ட் டையோடு (Crystal Diode)

PN சந்தி டையோடுகளின் மற்றொரு வகை பாயிண்ட் காண்டாக்ட் டையோடாகும். இது கிறிஸ்டல் டையோடு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது டங்க்ஸ்டன் என்ற உலோகத்தால் செய்யப்பட்ட சுமார் 0.1mm விட்டத்தை உடையது. பூனைமுடி (Cat whisker) எனப்படும் கம்பி ஒன்றில் ஒரு ஜெர்மானியம் படிவத்துடன் (மெல்லிய தகடு வடிவில்) அழுத்தத்தொடுமாறு வைக்கப்பட்டிருக்கும். டங்க்ஸ்டன் கம்பி ஜெர்மானிய தகடுகளில் சந்திப்பின் வழியாக மிக குறுகிய நேரத்திற்கு அதிக அளவு மின்சாரம் செலுத்தப்படும். இதனால் உண்டாகும் வெப்பம் கம்பி தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் ஒரு சிறு பகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான்களை வெளியேற்றி அங்கு ஹோல்களை உண்டாக்குகிறது. இவ்வாறு கம்பி தொட்டு கொண்டிருக்கும் இடத்தில் P வகை உண்டாகிறது. இப்பகுதி மிக சிறியதாக இருப்பதால் சந்திப்பில் உள்ள ஹோல்கள் மிக குறைவாகவே இருக்கும். இவ்வாறு N வகை குறைகடத்தியும், P வகை குறைகடத்தியும் இணைந்து ஒரு புதிய டையோடு உண்டாகிறது. இவ்வகை டையோடுகளே பாயிண்ட் காண்டாக்ட் டையோடுகள் எனப்படுகின்றன.

இவைகள் ரேடியோ, தொலைக்காட்சி அமைப்புகளில் பண்பிறக்கியாகப் பயன்படுகின்றன.

PN சந்திப்பு முன்னோக்கு பயாஸ் (Forward bias)

படத்தில் ஒரு P.N. சந்திப்பு டையோடு DC மின்னழுத்தத்துடன் காட்டப்பட்டுள்ளது. பேட்டரி பாசிட்டிவ் முனை சந்திப்பின் P பகுதியோடும், நெகட்டிவ் முனை N பகுதியோடு இணைக்கப் பட்டிருந்தால் இதுவே முன்னோக்கு பயாஸ் எனப்படும்.

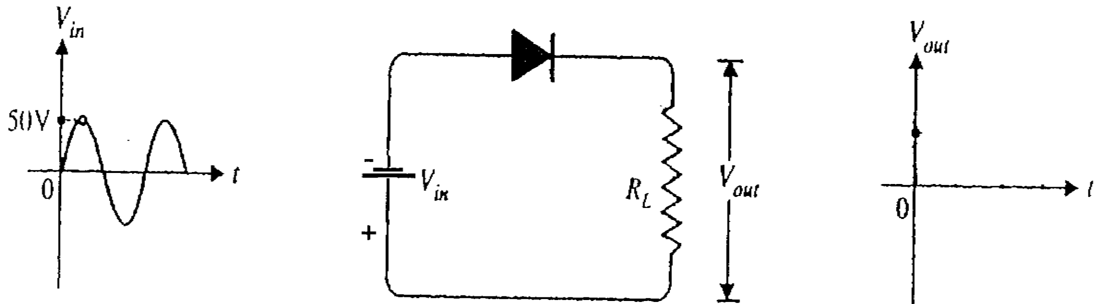


படம் 3.2.

இதன் பொட்டன்ஷியல் பேரியர் சப்ளை மின்னழுத்தம் V ஆக குறைக்கப்படுகிறது. பேட்டரியின் பாசிட்டிவ் முனை P பகுதியில் உள்ள ஹோல்களை விலக்கித் தள்ளுகிறது. பேட்டரியின் நெகட்டிவ் முனை N பகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான்களை தள்ளுகிறது. இதன் காரணமாக எலக்ட்ரான்களில் ஊட்டம் ஏற்பட்டு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இங்கு சிறுபான்மையான கடத்திகளினால் மிகக் குறைந்த அளவு மின்சார ஓட்டம் எதிர்திசையில் நடைபெறுகிறது. இந்த இணைப்பு முறையில் டிப்ளிஷன் ரீஜன் அளவு வெகுவாக குறைக்கப்படுகிறது.

பின்னோக்கு பயாஸ் (Reverse bias)

படத்தில் ஒரு P.N. சந்திப்பு ஒரு பேட்டரியுடன் இணைக்கப்பட்டு காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த இணைப்பு முறைக்கு பின்னோக்கு பாயாஸ் Reverse bias என்று பெயர். இந்நிலையில் அதன் பொட்டன்னியல் பேரியர் V.-ன் அளவு அதிகரிக்கிறது. பேட்டரியின் பாஸிடிவ் N. முனை பகுதியிலுள்ள ஹோல்களை இழுத்துக்கொள்கிறது. டிப்ளீசன் ரீஜன் அகலமாகிறது மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் சந்திப்பினை தாண்டுதல் இல்லையாதலால் மின்னோட்டம் நிகழ முடிவதில்லை. இருந்தபோதும் மைனாரிட்டி கேரியர்கள் இயக்கத்தால் குறைந்த அளவு மின்னோட்டம் நடைபெறுகிறது.



படம் 3.3

இதிலிருந்து ஒரு P.N. டையோடு முன்னோக்கு பயாஸ் முறையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் போது மட்டுமே மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கிறது. ஆதலின் செயல்பாடும் ஒரு வால்வ் டையோடை ஒத்தது எனலாம்.

P.N. சந்திப்பு டையோடை பற்றி இரண்டு விஷயங்கள் முக்கியமானவை. அவையாவன.

1. பிரேக்டவுன் வோல்டேஜ் (Break down voltage)

2. (க்) நீ வோல்டேஜ் (Knee Voltage)

பிரேக்டவுன் வோல்டேஜ்

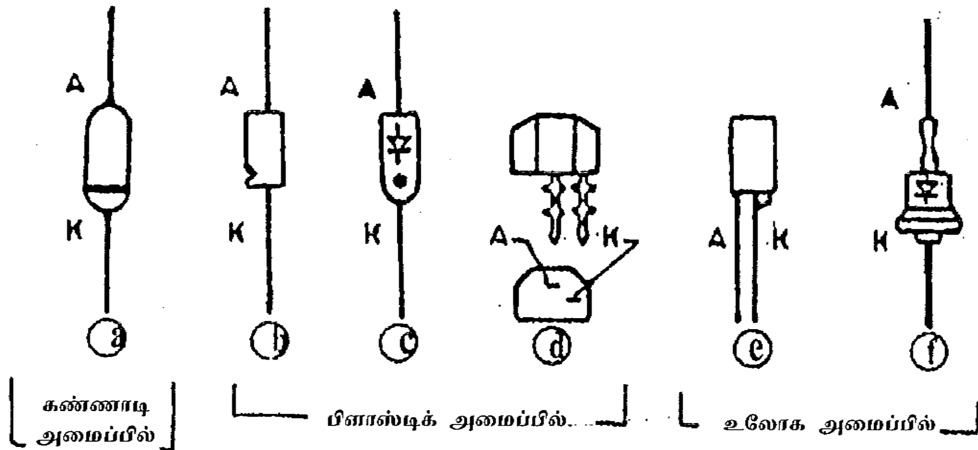
ஒரு குறிபிப்பிட்ட பின்னோக்கு பாயாஸ் வோல்ட்டில் P.N. சந்திப்பு முறிவு ஏற்பட்டு அதிக அளவு மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கிறது இந்நிலை ஏற்படின் அதன் தனித் தன்மைகள் அழிந்துவிடுகின்றன.

(க்) நீ வோல்டேஜ்

P.N. சந்திப்புக்கு முன்னோக்கும் பயாஸ் கொடுத்து, அந்த மின்னழுத்தத்தை சீராக உயர்த்திக்கொண்டே சென்றால் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தில், மின்னோட்டம் விரைவில் அதிகரிக்கிறது. இதையே 'நீ' வோல்ட்டேஜ் என்கிறோம்

டையோடின் முனைகளை அறிதல் (Identificationi of Terminals of diodes)

ஒரு டையோடின் ஆனோடும், கேதோடும் தெளிவாக குறிக்கப்பட்டிருக்கும். படம் 3.4aல் கண்ணாடியில் வைக்கப்பட்டுள்ள டையோடு காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் உள்ள பட்டை கேத்தோடை குறிக்கிறது. b, c வகைகளில் கேத்தோடு முனையில் ஒரு புள்ளி வைக்கப்பட்டிருக்கும். e, f, g, h இவைகள் உலோக டையோடுகள், கேத்தோடை எளிதில் அறியலாம்.

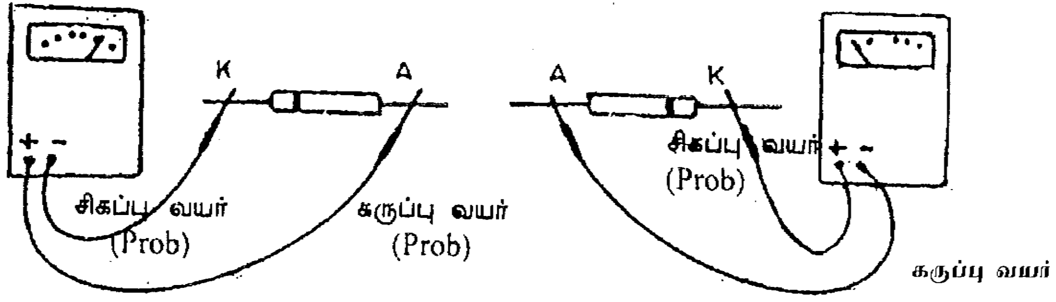


படம் 3.4.

டையோடு டெஸ்டிங்

ஒரு சந்தி டையோடின் தரத்தை மிக எளிமையாக மல்டி மீட்டர் மூலம் பரிசோதிக்கலாம். மல்டி மீட்டரை ஓம்ஸ் ரேஞ்சில் வைத்து, டையோடின் கேத்தோடு முனையுடன் மல்டி மீட்டரின்

நெகட்டிவ் முனையையும் (Black wire), ஆனோடு முனையுடன் மீட்டரின் பாசிட்டிவ் முனையையும் (Red wire) இணைத்தால், மல்டிமீட்டரின் முள் முழுவதுமாக விலகி செல்ல வேண்டும். அதாவது குறைந்த மின்தடையை காட்ட வேண்டும். இல்லையென்றால் டையோடு பழுதாகிவிட்டதாக அர்த்தம்.



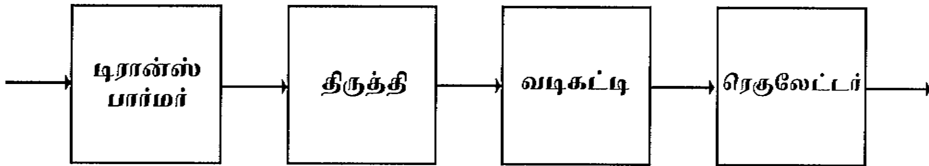
படம் 3.5.

பவர் சப்ளை

இப்பகுதியில் டையோடுகள் பவர்சப்ளை சுற்றுகளில் எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பதைப் பற்றிப் பார்ப்போம். டையோடினைப் பற்றியும், அவற்றின் பண்புகள், பயன்கள் ஆகியவற்றைப்பற்றியும் ஏற்கனவே பார்த்தோம்.

***பவர் சப்ளையின் அவசியம்* (Need for Power supply)**

அனைத்துத் தொடர்பு சாதனங்களும், எலக்ட்ரானிக் கருவிகளும் சரிவர இயங்க டி. சி. மின்சக்தி தேவைப்படுகிறது. தேவைப்படும் மின்சக்தியின் அளவு குறைவாகவும், எடுத்துச் செல்லக்கூடிய கருவிகளாகவும் இருந்தால், மின்கலன் (Cell) போன்றவைகளைப் பயன் படுத்துகிறோம். ஆனால், கருவிக்கு அதிக மின்சக்தி தேவைப்படுமாயின், நமது வீட்டிற்கு வழங்கப்படும் 230V AC. மின்சாரத்தையே, தேவைக்கேற்ப மாற்றி பயன்படுத்துகிறோம்.



படம் 3.6.

எலக்ட்ரானிக் கருவிகளை AC பவர் லைனிலிருந்து இயக்க வேண்டுமாயின், அதன் மின் அழுத்தம் தேவைக்கேற்ப குறைக்கப்பட்டு, பின்னர் நேர்மின்னோட்டமாக (D.C) மாற்றப்பட வேண்டும். மாறுமின்னோட்டத்தை (AC) நேர்மின்னோட்டமாக மாற்றித்தரும் சாதனம் "திருத்தி" (Rectifier) எனப்படும். திருத்தியிலிருந்து கிடைப்பது பல்சேட்டிங் நேர் மின்னோட்டமாக (pulsating D.C.) இருக்கும். ஒரு வடிகட்டி (filter) சுற்று அதை தூய நேர் மின்சாரமாக (Pure DC) மாற்றித்தருகிறது.

அதாவது, எலக்ட்ரானிக் கருவிகளுக்கு தேவையான பவர்சப்ளை அமைப்பு என்பது திருத்தி, வடிகட்டி சுற்றுகளை கொண்டிருக்கும் எனத்தெரிகிறது. இதுமட்டுமின்றி, இந்த அமைப்பு வெளியிடும் மின்னோட்டத்தின் அழுத்தத்தை (Volt) எந்த ஒரு காரணத்தினாலும் மாறாத வண்ணம் ஒழுங்குபடுத்தி தரும் "ரெகுலேட்டர்" (Voltage regulator) என்ற அமைப்பும் இதில் இருக்கும். ஒரு பவர் சப்ளை அமைப்பின் கட்டப்படம் படம் 3.6ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

"திருத்தம்" (Rectification)

மாறு மின்னோட்டத்தை (இருதிசை மின்னோட்டத்தை) நேர் மின்னோட்டமாக (ஒரு திசை மின்னோட்டமாக) மாற்றித்தரும் செயல் "திருத்தம்"(rectification) எனப்படுகிறது. இச்செயலைச் செய்து தரும் அமைப்பு "திருத்தி"(Rectifier) எனப்படும்.

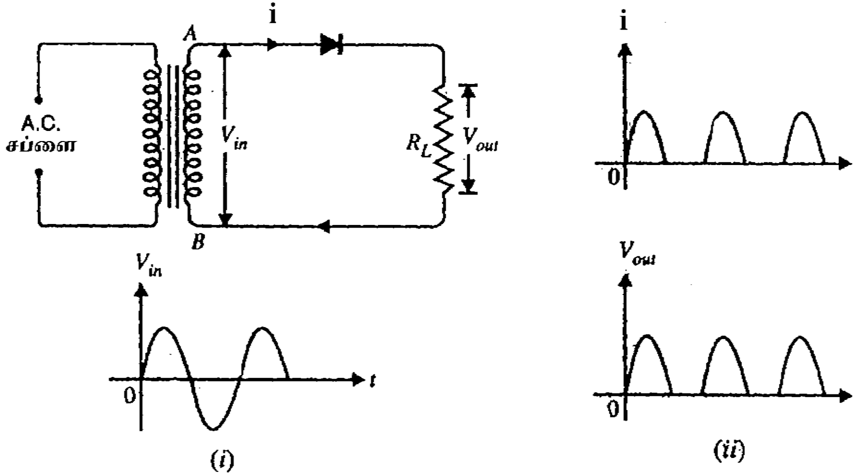
மூன்று வகையான திருத்தி சுற்றுகள் உள்ளன. அவையாவன

1. அரை அலைத் திருத்தி (Halfwave rectifier)
2. முழு அலைத் திருத்தி (Fullwave rectifier)
3. பிரிட்ஜ் வகைத் திருத்தி (Bridge rectifier)

குறிப்பு : பிரிட்ஜ் திருத்தியும் முழு அலைத் திருத்தியே, ஆனால் அதன் செயல்பாடு மாறுபட்டதாகும்.

அரை அலைத் திருத்தி (Halfwave rectifier)

ஒரு அரை அலைத்திருத்தியின் இணைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. திருத்தி டையோடின் ஆனோடு முனை டிரான்ஸ்பார்மரின் 'A' முனையுடனும், கேத்தோடு முனை லோடு ரெஸிஸ்டர் வழியாக 'B' முனையுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 3.7.

முதல் பாதி சைக்கிள்

உள்ளீடு A.C. யின் முதல் பாதி சைக்கிளில் A முனை பாசிடிவ் மின் அழுத்தத்தைப் பெறுகிறது. திருத்தியின் ஆனோடு முனை கேதோடை பொருத்த மட்டில் பாசிடிவ் ஆகிறது.

(முன்னோக்கு பயாஸ்) அதனால் லோடு ரெஸிஸ்டன்ஸ் வழியாக மின்னோட்டம் பாய்கிறது. லோடு ரெஸிஸ்டரில் கிடைக்கும் மின்னழுத்தத்தின் மாற்றங்கள் டிரான்ஸ்பார்மரின் துணைச்சுருளில் உண்டாகும் மின்னழுத்த மாற்றங்களை ஒட்டியே, அதைப் போன்றே அமைகிறது. இந்த பாதி சைக்கிளின் போது சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டத்தை முதல் படத்திலுள்ள அம்புக்குறி காட்டுகிறது.

இரண்டாவது அரை சைக்கிள் (Second Half cycle)

இரண்டாவது அரை சைக்கிளில், டிரான்ஸ்பார்மர் துணைச்சுருளின் B முனை பாசிட்டிவ் மின் அழுத்தத்தைப் பெறுகிறது. A முனை நெகடிவ் மின் அழுத்தத்தைப் பெறுகிறது. இந்நிலையில் டையோடின் கேதோடு பாசிடிவ் மின் அழுத்தத்தைப் பெற்று பின்னோக்கு பயாஸ் (Reverse bias) தன்மையைப் பெறுகிறது. அதனால் டையோடு மின்னோட்டத்தை அனுமதிப்பதில்லை. இச்சுற்று திறந்த சுற்று (open circuit) தன்மையைப் பெறுகிறது. லோடு ரெஸிஸ்டன்ஸ், துணைச்சுருளுடன் உள்ள இணைப்பு துண்டிக்கப்படுகிறது. சுற்றில் மின்சார ஓட்டம் இல்லாமல், லோடு ரெஸிஸ்டரில் மின் அழுத்தம் (Voltage) இல்லாத நிலை உண்டாகிறது.

இவ்வாறு ஒன்றுவிட்ட ஒரு அரை சைக்கிளின் போது மட்டுமே திருத்தியில் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. அதாவது டிரான்ஸ்பார்மரின் துணைச்சுருளில் இரண்டு சைக்கிளின் போதும் மின் அழுத்தம் உண்டான போதிலும், லோடு ரெசிஸ்டரில் ஒன்றுவிட்ட அரை சைக்கிளின் போது மட்டுமே மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. அதாவது உள்ளீடு (input) இரு திசை மின்னோட்டமாக இருப்பினும் திருத்தியின் வெளியீடு ஒரு திசை மின்னோட்டமாகவே (unidirectional) அமைகிறது. ஒரு அரை அலைத் திருத்தியின் உள்ளீடு, வெளியீடு மின் அழுத்தங்களின் வரைபட வடிவம் காட்டப்பட்டு உள்ளது.

அரை அலைத்திருத்தி சுற்றின் வெளியீடு = $\frac{Emax}{\pi}$

சராசரி D. C மின் அழுத்தம் E_{DC} = Emax X 0.318

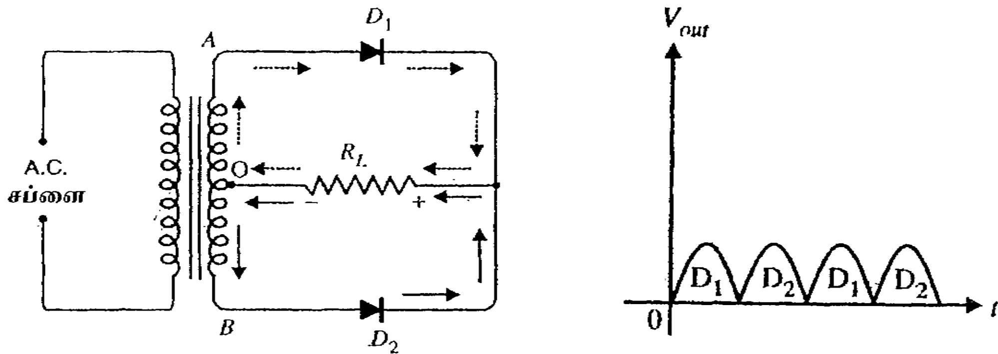
இதில் உண்டாக்கும் ரிப்பிள் (ripple) களின் எண்ணிக்கை =AC சப்ளை மின் அழுத்தத்தின் அதிர்வெண்

முழு அலைத் திருத்தி (Full wave Rectifier)

உள்ளீடு A.C மின் அழுத்தத்தின் இருபாதிகளையும் திருத்தும் முறையே " முழு அலைத்திருத்தம்" என்றும், இச்சுற்றை முழு அலைத்திருத்தி என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

ஒரு ரெஸிஸ்டரை லோடாகக் கொண்ட ஒரு முழு அலைத்திருத்திச் சுற்றின் அடிப்படை இணைப்பு முறை படம் 3.8ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வகை சுற்றில் உள்ள டிரான்ஸ்பார்மரின் துணைச்சுருளில் சென்டர் டேப் (Centre tap) முறை உள்ளது. இந்த சென்டர்டேப் முறையினால், துணைச்சுருளில் உண்டாகும் மின் அழுத்தம் இரண்டு பகுதிகளாக்கப்பட்டு, இரண்டு பகுதிகளிலும் சம மின்னழுத்தம் கிடைக்கிறது. இச்சுற்றில் இரண்டு டையோடுகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

சென்டர் டேப்பைப் பொருத்து A முனை பாஸிடிவ் ஆக இருந்தால் B முனை நெகடிவ் ஆக இருக்கும். இவ்வாறு இவை மாறிமாறி அமையும். இவ்வாறு சென்டர் டேப் இரண்டு சம அளவு மின்னழுத்தங்களை (ஓல்டுகளை) எதிர்மறையில் (180°) உண்டாக்கித் தருகிறது.



படம் 3.8

இயங்கும் முறை

முதல் பாதி சைக்கிள்

உள்ளீடு AC யின் முதல் பாதி சைக்கிளில் துணைச்சுருளின் A முனை, சென்டர் டாப்பை பொருத்து பாஸிடிவ் ஆக அமைவதாகக் கொள்வோம். இதனால் மற்ற டையோடின் ஆனோடு முனை பாஸிடிவ் மின் அழுத்தத்தைப் பெற்று, முன்னோக்கு பயாஸ் (forward bias) தன்மையைப் பெறுகிறது. லோடு ரெஸிஸ்டரை சுருளின் மேல் அரைப் பகுதியுடன் இணைத்து, இச்சுற்றில் மின்னோட்டம் D_1 டையோடு செய்கிறது. மின்னோட்டம், உபசுருளில் A புள்ளியிலிருந்து டயோட் D_1 வழியாகவும், லோடு ரெஸிஸ்டர் வழியாகவும் பாய்ந்து சென்டர் டாப் வழியே சுற்றைப் பூர்த்தி செய்கிறது. அம்புக்குறியினால் இத்தன்மை படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்த அரை சைக்கிளின் போது, துணைச்சுருளின் கீழ்பகுதியிலுள்ள B முனை சென்டர் டாப்பை பொறுத்து நெகடிவ் ஆக அமைகிறது. அதனுடன் வைக்கப்பட்டுள்ள D_2 என்ற டயோடின் ஆனோடு முனை நெகடிவ் ஆக மாறும்போது, எதிர்பயாஸ் (Reverse Bias) தன்மையைப் பெறுகிறது. இதனால் இச்சுற்றில் மின்னோட்டம் நடைபெறுவதில்லை.

இரண்டாவது அரை சைக்கிள்

உள்ளீடு A.C. யின் இரண்டாவது அரை சைக்கிளின் போது, துணைச்சுருளின் கீழ் பகுதியிலுள்ள B முனை சென்டர் டாப்பை பொறுத்து பாஸிடிவ் ஆக இருக்கிறது. D_2 டயோடின் ஆனோடு முனை இதனுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், இந்த டயோடு முன்னோக்கு பயாஸ் பெற்று, மின்னோட்டம் லோடு ரெஸிஸ்டர் வழியாவும், துணைச்சுருளின் கீழ்பகுதி, சென்டர் டாப் வழியாகவும் பாயுமாறு உள்ளது. மின்சாரம் செல்லும் இப்பாதை படத்தில் விடுபட்ட அம்புக்குறிகளால் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இவ்வாறு டயோடு D_1 & D_2 ஆகிய இரண்டும் ஒவ்வொரு அரை சுற்றின் போதும் மாறி, மாறி மின்சாரத்தை லோடு ரெஸிஸ்டர், துணைச்சுருள், சென்டர் டாப் ஆகியவற்றின் வழியாக பாயுமாறு செய்கின்றன.

டிரான்ஸ்பார்மரின் இரு உபசுருள்களில் உண்டாகும் மின்னழுத்தம் இரு திசைத் தன்மையை கொண்டிருந்த போதும் லோடு ரெஸிஸ்டர் வழியாக பாயும் மின்சாரம் அல்லது லோடு ரெஸிஸ்டரில் உண்டாகும் மின் அழுத்தம் (வோல்ட்டேஜ்) ஒரே திசையில் பாயும் தன்மை கொண்டதாக அமைகிறது. லோடு ஒவ்வொரு பாதி சைக்கிளிலும் மின்னோட்டத்தைப் பெறுகிறது. இந்தத் தன்மை, அரை அலை திருத்தியினின்று மிகவும் மேம்பட்டது ஆகும்.

ஒரு முழு அலைத்திருத்தியின் உள்ளீடு மாறு மின்னோட்டத்தின் வரைபட வடிவமும், வெளியிடு நேர் மின்னோட்டத்தின் வரைபட வடிவமும் படம் 4.3 b-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இவ்வகைச் சுற்றி கிடைக்கும் சராசரி மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பைக் கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தின் மூலம் அறியலாம்.

$$V_{DV} = \frac{2\ Emax}{\pi} = 0.637\ Emax.$$

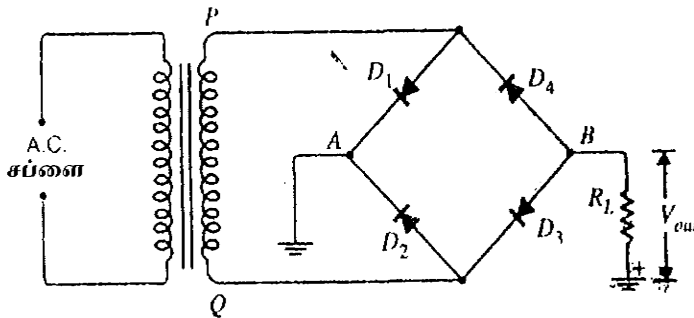
வெளியீடு நேர் மின்னோட்டத்தில் உண்டாகும் ரிப்பிள்களின் எண்ணிக்கை, உள்ளீடு மாறு மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்ணைப் போல இரண்டு மடங்காகும். அதாவது உள்ளீடு AC யின் ஒரு முழு துடிப்பின் போது, வெளியீட்டு DC யில் இரண்டு முழு மாற்றங்கள் இருக்கும்.

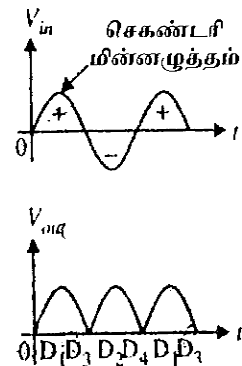
குறிப்பு:

1. டிரான்ஸ்பார்மரின் செகண்டரி சுருளில், இரண்டு சம பகுதிகள், சென்டர் டாப்புடன் இருக்க வேண்டும்.
2. ஒரு நேரத்தில், ஒரு பகுதியின் வழியாக மட்டும் மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது.
3. முதல் பகுதியில் மின்னோட்டம் நடைபெறும் போது அடுத்த பகுதியில் மின்னோட்டம் இருப்பதில்லை.

பிரிட்ஜ் வகை அலைத்திருத்தி (Bridge Rectifier)

இது, ஒரு டிரான்ஸ்பார்மரின் ஒரு துணைச்சுருளுடன் நான்கு டையோடுகள் இணைக்கப்பட்டு அமைக்கப்பட்ட ஒரு சிறந்த முழு அலைத்திருத்திச் சுற்றாகும். டிரான்ஸ்பார்மரின் துணைச்சுருள் ஒரே பகுதியாக இருப்பதால், தேவைப்படும் செம்புக் கம்பியின் அளவு குறைந்து, சிக்கனமான சிறந்த முழு அலைத்திருத்தியாக அமைகிறது. சமீப காலங்களில், சிலிக்கான் டையோடுகள் மிகக் குறைந்த விலையில் தயாரிக்கப்படுவதால், சிறிய வகை எலக்ட்ரானிக் கருவிகளில் இத்தகைய பிரிட்ஜ் வகை அலைத் திருத்திகளே அமைக்கப்படுகின்றன.





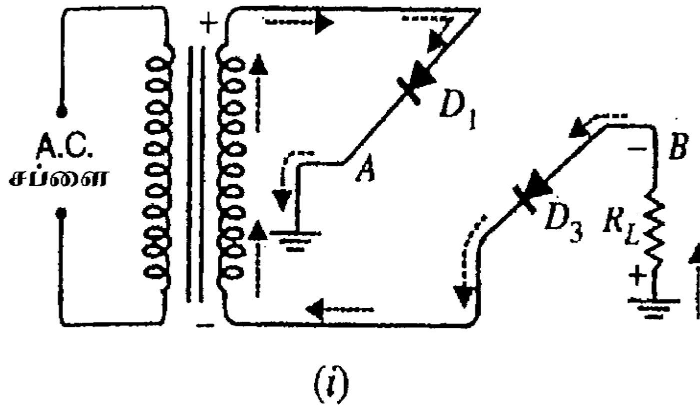
படம் 3.9.

இவ்வகை அலைத்திருத்தி செயல்படும் முறை

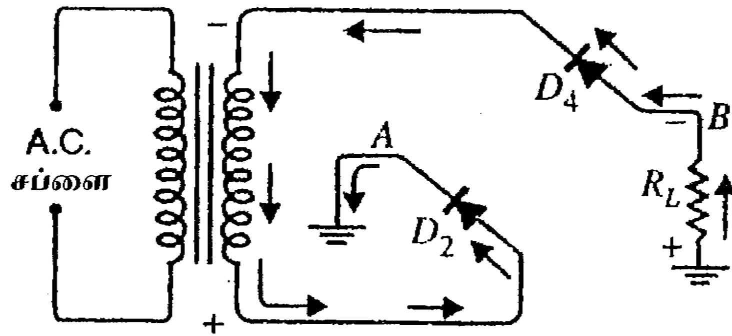
முதல் அரை சைக்கிள்

உள்ளீடு A.C. யின் முதல் பாதி சைக்கிளின் போது, டிரான்ஸ்பார்மர் துணைச்சுருளின் A முனை பாசிடிவ் ஆகவும், B முனை நெகடிவ் ஆகவும் அமைவதாகக் கொள்வோம். A முனையுடன் D_1-ன் ஆனோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் அது முன்னோக்கு பயாஸ் பெற்று மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கிறது. அதேசமயம் D_3- ம், அதன் கேதோட் நெகடிவ் முனையுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் கடத்துகிறது. படம் 3.10(i)-ல் முதல் பாதி சைக்கிளின் போது செல்லும் மின்னோட்டத்தின் திசை காட்டப்பட்டுள்ளது. மின்னோட்டம் A முனையிலிருந்து D_1 வழியாக லோட், D_3, B முனை மூலமாக சுற்றைப் பூர்த்தி செய்கிறது என்பது தெரிகிறது.

இந்த பாதி சைக்கிளின் போது D_2 கடத்துவதில்லை. ஏனெனில் இதன் ஆனோடு நெகடிவ் முனையாகிய B உடன் இணைக்கப்பட்டு பின்னோக்கு பயாஸை (Reverse bias) பெறுகிறது. இவ்வாறே D_4-ன் கேதோடு பாசிடிவ் முனையுடன்இணைக்கப்பட்ட பின்னோக்கு பயாஸை பெற்றிருப்பதால் இதுவும் கடத்தா நிலையில் உள்ளது.



(i)



(ii)

படம் 3.10.

இரண்டாவது அரை சைக்கிள்

உள்ளீடு A.C.யின் இரண்டாவது அரை சைக்கிளின் போது துணைச்சுருளின் B முனை பாசிடிவ் தன்மையைப் பெறுகிறது. இப்போது D_2, D_4 டையோடுகள் முன்னோக்கு பயாஸைப் பெற்று மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கின்றன. அதாவது இந்த அரை சைக்கிளின் போது மின்னோட்டம் B முனை D_2, load, D_4, A முனை வழியாக சுற்றை பூர்த்தி செய்கின்றது.

படம் 3.10(ii) இரண்டாவது அரை சைக்கிளின் போது செல்லும் மின்னோட்டத்தின் திசையை காட்டுகிறது.

இந்த அரை சைக்கிளின் போது D_1 & D_3 மின்னோட்டத்தை அனுமதிப்பதில்லை.

இவ்வாறு முதல் அரை சைக்கிளின் போது D_1, D_3 மின்னோட்டத்தை கடத்தும்; இரண்டாவது அரை சைக்கிளின் போது D_2 & D_4 மின்னோட்டத்தை கடத்தும். இரண்டு அரை சைக்கிள்களின் போதும் லோடு வழியாக ஒரே திசையில் மின்னோட்டம் செல்கிறது, இதன் காரணமாகவே இதன் செயல்பாடும் முழு அலைத் திருத்தியாக உள்ளது. இதனுடைய வெளியீடு மின்னழுத்தம்.

$$V_{AV} = \frac{2\ V max}{\pi} = 0.637\ V\ max.$$

வெளியீடு நேர் மின்னோட்டத்தின் ரிப்பிள்களின் எண்ணிக்கை உள்ளீடு AC- யின் துடிப்பின் இரண்டு மடங்காக இருக்கும்.

பல்வேறு வகை திருத்திகளின் ஒப்பீடு அட்டவணை

1. டையோடுகளின் எண்ணிக்கை	1	2	4
2. டிரான்ஸ்பார்மர் சென்டர் டாப்	தேவையில்லை	தேவை	தேவையில்லை
3. ரிப்பிள் எண் (Ripple factor)	1.21	0.482	0.482
4. திருத்தியின் வினைத்திறன்	40.6%	81.2%	81.2%
5. ரிப்பிள் துடிப்பு	1 x f	2 x f	2 x f

பவர் சப்ளை பில்டர்கள் (Power Supply Filters)

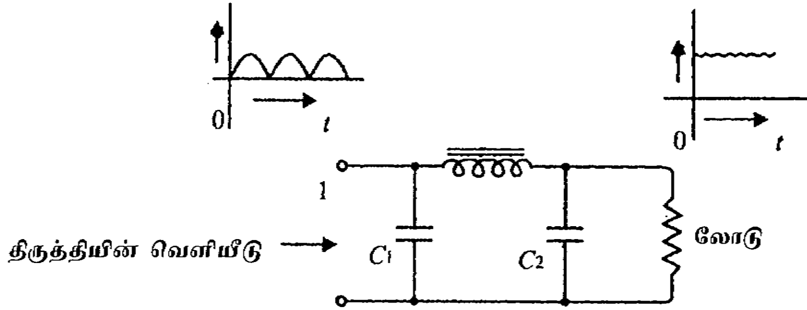
ஒரு திருத்தி சுற்றின் வெளியீடு ஒரு திசை மின்னோட்டமாக இருந்தபோதிலும், அதன் மதிப்பு மாற்றங்களை உடையதாகவே உள்ளது. இந்த மாற்றங்களையே ரிப்பிள்கள் என்கிறோம்.

ரிப்பிள் மின் அழுத்தம் (Ripple Voltage)

ஒரு பவர் சப்ளையின் வெளியிடு மின் அழுத்தத்தை, ஒரு நிலையான மின் அழுத்தத்துடன், ஒரு மாறும் தன்மையுள்ள மின் அழுத்தம் இணைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதலாம். இந்த மாறும் மின் அழுத்தமே (Pulsating Components) ரிப்பிள் மின் அழுத்தம் எனப்படும்.

ஃபில்டர்கள் (Filters)

ஒரு திருத்தி சுற்றின் வெளியிடு மின்னோட்டத்திலுள்ள ஏற்றத்தாழ்வுகளை (ripples) நீக்கி அமைக்கும் சுற்று ஃபில்ட்டர்கள் ஆகும். கன்டன்சர்கள், சோக்குகள், ரெஸிஸ்டர்கள் ஆகியவை ஃபில்ட்டர் சுற்றின் உறுப்புகள் ஆகும். கன்டன்ஸர்கள், சோக்குகளின் மதிப்பு அதிகமாக இருப்பின் ஃபில்ட்டர் நிகழ்ச்சி அதிகமாக இருக்கும். சிறிய வகை பவர் சப்ளைகளில் அதிக மதிப்பை உடைய எலக்ட்ராலிட்டிக் கன்டன்ஸர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 'π' வகை ஃபில்ட்டர்கள் பெருவாரியாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பில், ஒரு உள்ளிடு எலக்ட்ராலிட்டிக் கன்டன்ஸர், ஒரு ரெஸிஸ்டர் அல்லது சோக், ஒரு வெளியிடு எலக்ட்ராலிட்டிக் கன்டன்ஸர் ஆகியவை படம் 3.11ல் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு கன்டன்ஸர், பில்ட்டரின் உள்ளீடாக இருப்பின் வெளியிடு ஓல்ட்டேஜ் அதிகமாக இருக்கும். சோக் பயன்படுத்துவதால் ரெகுலேசன் தன்மை சிறப்பாக இருக்கும்.

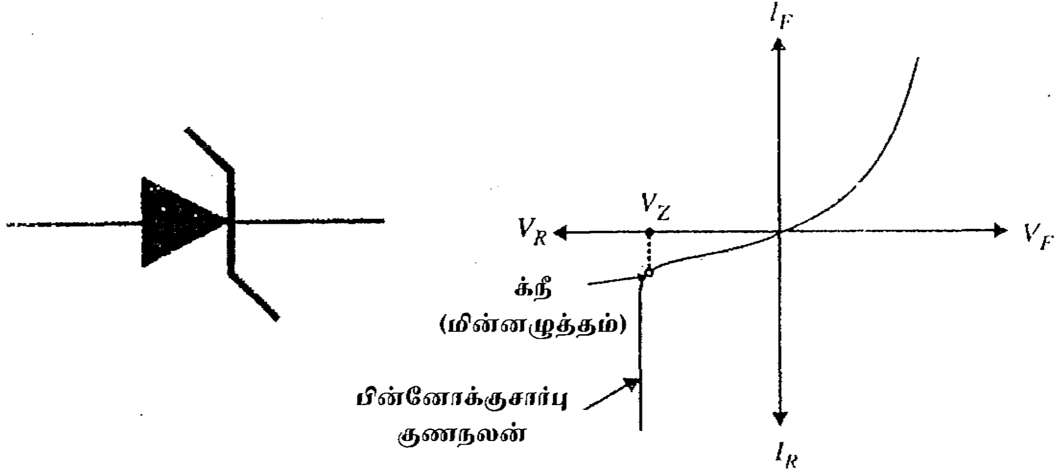


படம் 3.11

பவர் சப்ளையின் லோடில் செல்லும் மின்சாரத்தின் அளவை ஒட்டி வெளியிடு மின்னழுத்தம் அமையும். இந்த தன்மையை ரெகுலேசன் அளவிலிருந்து தெரிந்துகொள்ளலாம். லோடு எதுவும் இல்லாதபோது உள்ள வெளியிடு மின் அழுத்தத்திற்கும், முழு அளவு லோடு செய்யப்பட்டபோது உள்ள வெளியிடு மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசம் குறைவாக இருப்பின், அமைப்பின் ரெகுலேசன் சிறப்பாக உள்ளதாக கருதலாம். பவர் சப்ளையின் வெளியீட்டில், அதற்கு குறுக்காக "பிளீடர் ரெஸிஸ்டர்" (Bleeder resistor) என்னும் தடையை இணைத்து ரெகுலேசன் தன்மையை அதிகரிக்கலாம்.

3.2. ஜீனர் டையோடு

ஒரு சாதாரண சந்திப்பு டையோடை ரிவர்ஸ் பயாஸ் முறையில் இணைத்து சற்று அதிக மின்னழுத்தம் கொடுத்தால், அதனுடைய தனித்தன்மைகளை இழந்துவெறும் கடத்தியாக மாறிவிடுகிறது. இந்த அளவு மின்னழுத்தத்தை சந்தி பிரேக் டவுன் மின்னழுத்தம் (Junction Break down Voltage) என்கிறோம். இந்த அளவு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்பட்ட பின்னர் அது முற்றிலும் அழிந்துவிடுகிறது எனலாம்.



படம் 3.12.

சில தனிவகைடையோடுகளில் அவைகளின் Break down Voltage-க்கு மேலாகவும் மின்னழுத்தம் கொடுத்து சில குறிப்பிட்ட செயல்களைச் செய்ய முடிகிறது. இவ்வகை டையோடுகளை ஜீனர் டையோடுகள் என்கிறோம்.

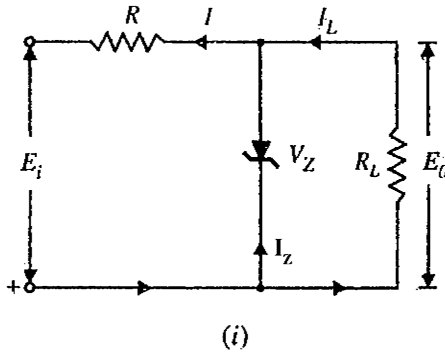
படத்தில் ஜீனர் டையோடின் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு சாதாரண டையோடின் குறியீடே இதுவும். ஆனால் இதன் - கேத்தோட்டிற்குப் பதிலாக Z என்று குறிக்கப்பட்டுள்ளது. வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் சுற்றுகளில் ரெகுலேட்டர்களாக இவைகள் பயன்படுகின்றன. இவை பெரும்பாலும் பின்னோக்கு பயாஸில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

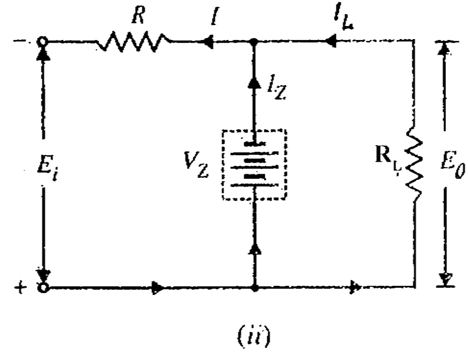
வேறிகேப் டையோடு (Vari cap diode)



படம் 3.13.

பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்ட ஒருடையோடு ஒரு கன்டன்சரை போல செயல்படுகிறது எனலாம். ஏனெனில் சந்திப்பிலிருந்து, டிப்ளீசன் பகுதியிலிருந்தும் சார்ஜ்களை பின்னோக்கு பயாஸ் பிரித்து வைக்கிறது. இவ்வாறு இந்த சந்திப்பில் உண்டான கெப்பாஸிடன்ஸின் அளவை பின்னோக்கு பயாஸ் அளவினைக் கொண்டு கட்டுப் படுத்தலாம். ஏனெனில் டிப்ளீசன் ரீஜனை குறைக்கவோ, அதிகமாகவோ இருக்குமாறு செய்வது இந்த பின்னோக்கு பயாசே ஆகும். இவ்வாறு வோல்டேஜ் மாற்றத்தால் கப்பாஸிடன்ஸ் அளவை மாற்றிக்கொள்ளும் டையோட்களை வேறிகேப் அல்லது வேரக்டர் (Varactor) டையோடுகள் என்கிறோம். இத்தகைய டையோட்கள் Fine tuning சுற்றுகளில் மிகுதியாக பயன்படுகின்றன.





படம் 3.14.

ஜீனர் டையோடு - வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் (Zener Diode Voltage Regulator)

ஜீனர் டையோடானது ப்ரேக்டவுன் மின்னழுத்தத்தில் செயல்படும் பொழுது அதன் வழியே செல்லும் மின்னோட்டத்தில் பெரிய அளவில் மாற்றம் ஏற்பட்டாலும், மின்னழுத்தம் நிலையாக இருக்கும். ஜீனர் டையோடின் இந்த குணம் தான் இதை வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டராக செயல்பட அனுமதிக்கிறது. கீழே உள்ள படம் ஒரு ஜீனர் வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் சுற்றை காண்பிக்கிறது. சுற்றில் ஜீனர் மின்னழுத்தத்தை விட, (V_z) உள்ளீடு மின்னழுத்தம் (Vin) எவ்வளவு நேரம் அதிகமாக இருந்தாலும் அவ்வளவு நேரமும் ஜீனரானது ப்ரேக்டவுன் (Breakdown) நிலையிலேயே இருந்து நிலையான (Constant) மின்னழுத்தத்தை லோடின் வழியே கொடுத்துக் கொண்டிருக்கும். ஜீனருக்கு இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ள Rs என்னும் மின்தடை உள்ளீடு மின்னோட்டத்தை கட்டுப்படுத்தும்.

செயல்பாடு

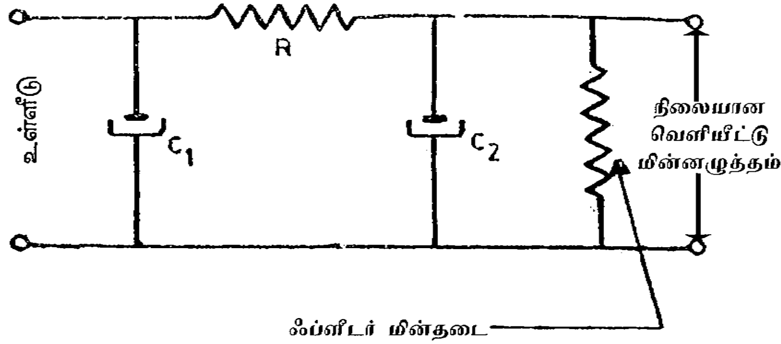
உள்ளீடு மின்னழுத்தத்திலோ, லோடு மின்னோட்டத்திலோ மாற்றம் ஏற்பட்டாலும், ஜீனரானது லோடு மின்னழுத்தத்தில் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படாமல் நிலையாக வைத்திருக்கும். லோடு மின்னோட்டம் அதிகரித்தால், ஜீனர் மின்னோட்டம் குறையும். ஆகையால் Rs மின்தடையின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம் நிலையானதாக இருக்கும்.

வெளியீடு மின்னழுத்தம் = Vin - IRs மற்றும் I நிலையானது. அப்படியானால் வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தில் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படாது. இம்மாதிரியே லோடு மின்னோட்டம் குறைந்தாலும், வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தில் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படாது. மேலும் இச்சுற்றானது உள்ளீடு மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தையும் சரிப்படுத்தி வெளியீட்டை நிலையாக வைத்திருக்கும். உள்ளீடு மின்னழுத்தம் Vin அதிகரித்தால், ஜீனரின் வழியாக அதிக மின்னோட்டம் பாயும். இந்நிலையில் R_s-ல் ஏற்படும் மின்னழுத்தக் குறைவு (Voltage Drop) அதிகமாகி, லோடு மின்னழுத்தத்தை நிலையாக வைத்திருக்கும். உள்ளீடு மின்னழுத்தம் குறைந்தாலும் மேற்கூறியதற்கு எதிர்புறமாக செயல்பட்டு லோடு மின்னழுத்தத்தை நிலையாக வைத்திருக்கும்.

பிரேக் டவுன் அடைந்தவுடன் ஜீனரில் மின்னழுத்தம் எப்பொழுதும் ஒரே அளவினதாக இருக்கும். மின்னோட்டம் மட்டும் அதிகரிக்கும்.

பிளீடர் ரெஸிஸ்டர் ரெகுலேசன் (Bleeder Resister Regulation)

ஒரு பவர் சப்ளையின் வெளியீட்டில் ஒரு பிளீடர் ரெஸிஸ்டர் இணைத்து ரெகுலேசனை அதிகப்படுத்தலாம்.

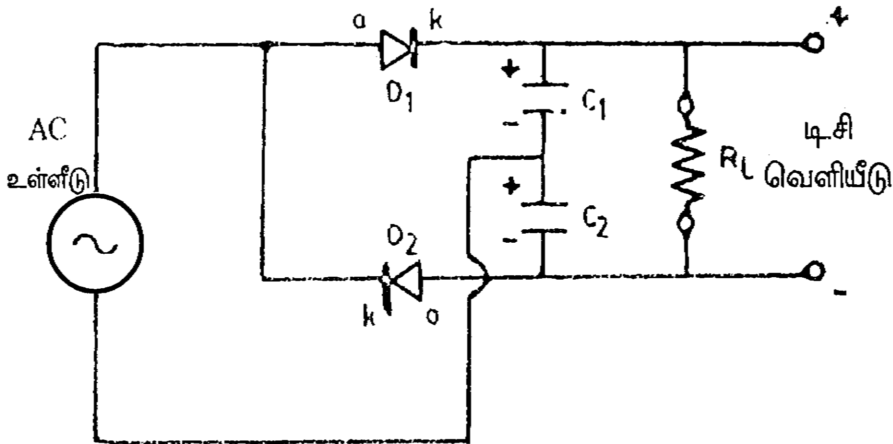


படம் 3.15.

பவர் சப்ளை செயல்படும்போது, எல்லாவித லோடு நிலைகளிலும் பிளீடர் ரெஸிஸ்டர் வழியாக பிளீடர் மின்னோட்டம் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டே உள்ளது. மேலும், பவர் நிறுத்தப்பட்டவுடன், C_1 C_2 கண்டன்ஸர்களை மிக விரைவில் டிஸ்சார்ஜ் ஆகுமாறு செய்கிறது. இல்லையெனில், இந்த கண்டன்ஸர்கள் முழு அளவில் சார்ஜ் செய்யப்பட்டு அப்படியே இருக்கும். அதன் காரணமாக “ஷாக்” அபாயமும் ஏற்படலாம். நல்ல ரெகுலேசன் தன்மையைப் பெற வெளியிடும் மொத்த மின்னோட்டத்தில் சுமார் 20% பிளீடர் மின்னோட்டம் அமையவேண்டும்.

வோல்டேஜ் டபுலர் (Voltage Doubler)

ஒரு முழு அலை வோல்ட்டேஜ் டபுலரின் படம் 4.8 ல் காட்டப் பட்டுள்ளது வெளியீட்டு DC மின்னழுத்தம், உள்ளீடு AC மின் அழுத்தத்தின் உச்ச அளவைப் (peak value) போல இரண்டு மடங்கு இருக்கும்.



படம் 3.16.

டையோடு D_1 ன் ஆனோடு பாசிட்டிவ் ஆக இருக்கும் போது அதன் வழியாக மின்னோட்டம் ஏற்பட்டு கன்டன்ஸர் C_1 ஐ சார்ஜ் செய்கிறது. அடுத்த பாதி சைக்கிளில், மேல் முனை நெகட்டிவ் ஆக அமையும்போது டையோடு D_2வின் ஆனோடு பாசிடிவ் தன்மையைப் பெற்று அதன் வழியே உண்டாகும் மின்னோட்டம் கன்டன்ஸர் C_2-வை சார்ஜ் செய்கிறது. இந்தக் கன்டன்ஸர் உள்ளீடு AC- யின் உச்ச மதிப்பின் அளவிற்கு சார்ஜ் செய்யப்படுகிறது. C_1 & C_2 ஆகிய இரண்டு கன்டன்ஸர்களும் சீரிஸ் முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால், அவைகள் வெளியிடும் மின்சாரத்தின் அழுத்தம், உள்ளீடு AC - யின் உச்ச மதிப்பைப் போல் இரண்டு மடங்காக அமைகிறது. இங்கு உள்ள கன்டன்சர்களின் தாங்கும் வோல்டேஜ் (Working voltage) உள்ளீடு AC மின் அழுத்தத்தின் உச்ச மதிப்பிற்கு சமமாக இருப்பது அவசியம். ரிப்பிள்களின் எண்ணிக்கை உள்ளீடு AC யின் துடிப்பை போன்று இரு மடங்காகும்.

ரெகுலேட்டர்

நிலையான மின் அழுத்தத்தை வெளியிடும் அமைப்பு ரெகுலேட்டர் எனப்படும். தற்காலங்களில் ஜீனர் டையோட்கள், டிரான்ஸிஸ்டர்கள், ஐ.ஸி.க்கள் இந்த சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இவைகளில் வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர், கரண்ட் ரெகுலேட்டர் என இரண்டு பிரிவுகள் உண்டு.

***ரெகுலேட்டட் பவர் சப்ளை* (Regulated Power supply)**

உள்ளீடு AC மின்னழுத்தத்தில் என்ன வேறுபாடு ஏற்பட்டாலும் வெளியீட்டு DC மின்னழுத்தத்தை நிலையாகத் தருவதே ரெகுலேட்டட் டிசி பவர் சப்ளையாகும்.

ரெகுலேட்டட் பவர் சப்ளையின் அவசியம்

சாதாரண பவர் சப்ளையில் உள்ள ரெகுலேட்டர் லோடு மின்னோட்டத்திற்கு ஏற்றவாறு மாற்றும் தன்மை கொண்டது. மேலும் உள்ளீடு AC மின்னழுத்தத்தில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் அது வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். இதை சரிபடுத்தவே இப்பவர் சப்ளையானது பயன்படுத்தப்படுகிறது,

வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டரின் வகைகள்

இதில் இரண்டு முக்கிய வகைகள் உள்ளன.

1. தொடர் இணைப்பு மின்னழுத்த ரெகுலேட்டர் (Series Voltage Regulator)
2. ஷண்ட் மின்னழுத்த ரெகுலேட்டர் (Shunt Voltage Regulator)

தொடர் இணைப்பு ரெகுலேட்டர் என்பது, லோடுடன் ரெகுலேட்டர் சுற்றானது தொடர் இணைப்பாகவும், ஷண்ட் ரெகுலேட்டர் லோடுடன் பக்க இணைப்பாகவும் படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் அமைக்கப் பட்டிருக்கும். இவ்விரண்டிலுமே உள்ளீடு மின்னழுத்தத்தில் மாற்றம் ஏற்பட்டாலும், லோடு மின்னோட்டத்தில் மாற்றம் ஏற்பட்டாலும் வெளியீடு மின்னழுத்தமானது நிலையாக இருக்கும்.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. *சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.*

1. ஒரு PN சந்தி ________ வழங்குகின்றது.

அ. முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு திசையில் உயர் தடையை

ஆ. முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு திசையில் குறைந்த தடையை

இ. முன்னோக்கு திசையில் கடத்தும் தன்மையை

ஈ. பின்னோக்கு திசையில் கடத்தும் தன்மையை

2. ஒரு PN சந்தியின் முன்னோக்கு பயாஸ் என்பது ________

அ. பேட்டரியின் நேர்முனையை P பகுதியிலும், எதிர்முனையை N பகுதியிலும் இணைப்பது.

ஆ. பேட்டரியின் எதிர்முனையை P பகுதியிலும் நேர்முனையை P பகுதியிலும் இணைப்பது.

இ. P பகுதியையும், N பகுதியையும் நேரடியாக இணைப்பது.

ஈ. சந்தியை தரையிடுவது.

3. PN சந்தி டயோடின் பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் மின்னோட்ட அளவு ____

அ. சில ஆம்பியர் ஆ. 0.5 முதல் 1 ஆம்பியர் இ. சில மில்லி ஆம்பியர்

ஈ. சில மைக்ரோ (அ) நானோ ஆம்பியர்

4. கீழ்க்கண்ட திருத்தி சுற்றில் நான்கு டயோடு உள்ளது எது?

அ. அலை அலை திருத்தி ஆ. முழு அலைதிருத்தி

இ. பிரிட்ஜ் அலைதிருத்தி ஈ. எதுவுமில்லை

5. அரை அலைதிருத்தியின் அதிகபட்ச திறன் யாது?

அ. 100% ஆ. 88% இ. 50% ஈ. 40.6%

6. முழு அலைதிருத்தியின் அதிகபட்ச திறன் யாது?

அ. 100% ஆ. 81.2% இ. 66.6% ஈ. 40.6%

7. ஒரு டிரான்சிஸ்டாரிலுள்ள பகுதிகளில் எந்த பகுதி மிக மெலிந்து டோப் செய்யப்பட்டுள்ளது?

அ. எமிட்டர் ஆ. பேஸ் இ. கலெக்டர் ஈ. எதுவுமில்லை

8. ஒரு ஜீனர் டயோடு ________ முறையில் பயன்படுகின்றது.

அ. முன்னோக்கு பயாஸ் ஆ. பின்னோக்கு பயாஸ்

இ. பூஜ்ஜிய பயாஸ் ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

9. கீழ்க்கண்ட டயோடுகளில் டியுனிங் சுற்றுகளில் பயன்படும் டயோடு எது?

அ. சந்தி டயோடு ஆ. ஜினர் டயோடு இ. வேரிகேப் டயோடு ஈ. LED

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. PN சந்திப்பில் முன்னோக்கு பயாஸ் என்றால் என்ன?
2. PN சந்திப்பில் பின்னோக்கு பயாஸ் என்றால் என்ன?
3. ஏதேனும் இரண்டு தனிவகை டயோடுகளைக் கூறு.
4. திருத்தி சுற்றின் வகைகளைக் கூறு.
5. ரெகுலேட்டர் பவர் சப்ளையின் வகைகளைக் கூறு.
6. ஜீனர் டயோடின் குறியீடு வரைக.
7. வேறிகேப் டயோடின் குறியீடு வரைக.

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. பேரியர் மின்னழுத்தம் என்றால் என்ன?
2. பிரேக்டவுன் மின்னழுத்தம் என்றால் என்ன?
3. க்நீ (Knee) மின்னழுத்தம் என்றால் என்ன?
4. வேறிகேப் டயோடின் பயன் யாது?
5. பவர் சப்ளையின் அவசியத்தைக் கூறு.
6. திருத்தம் என்றால் என்ன?
7. அரைஅலைத்திருத்தி என்றால் என்ன?
8. வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டரின் பயன் என்ன?

பகுதி இ

IV. கீழ்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. குறிப்பு வரைக. அ. டிப்ளிஷன் பகுதி ஆ. பேரியர் மின்னழுத்தம்
2. பாயீண்ட் காண்டாக்ட் டையோடின் குறியீடு படம் வரைந்து அதன் அமைப்பினை விளக்கு.
3. ஜீனர் டயோடின் குறியீடு படம் வரைந்து அதன் அமைப்பினை விளக்கு.
4. பவர் சப்ளையின் கட்டடப்படம் வரைந்து விளக்கு.
5. அரைஅலைத்திருத்தியின் மின்சுற்று வரைந்து வேலை செய்யும் முறையை விளக்கு.
6. மூன்றுவகை திருத்தி சுற்றுகளை ஒப்பிடுக.

பகுதி ஈ

V. *கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி*

1. PN சந்தி டயோடின் முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு பயாஸ் முறைகளை படத்துடன் விவரி.
2. முழு அலைத்திருத்தியின் மின்சுற்று படம் வரைந்து செயல்படும் முறையை அலைஅமைப்புடன் விவரி.
3. பிரிட்ஜ் அலைத்திருத்தியின் மின்சுற்று படம் வரைந்து செயல்படும் முறையை விவரி.
4. இரண்டு வகை வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டரின் மின்சுற்று படங்களை வரைந்து செயல்படும்முறையை விரிவாக விளக்கு.

விடைகள்

1 (இ) 2(அ) 3(ஈ) 4(இ) 5 (ஈ)

6 (ஆ) 7(ஆ) 8(ஆ) 9(இ)

4. டிரான்சிஸ்டர்கள் & பெருக்கிகள் (TRANSISTORS & AMPLIFIERS)

டிரான்சிஸ்டர் அறிமுகம்

ஒரு குறை கடத்தி டையோடுடன், மூன்றாவதாக மற்றொரு குறைகடத்தி (*p* or *n*) இணைப்பதன் மூலம் உருவாக்கப்படும் சாதனமே டிரான்சிஸ்டராகும். இது இரு *pn* சந்திகளை உடையதாக இருக்கும். இச்சாதனம் குறைந்த வலிமையுள்ள சிக்னல்களை வலிமை மிக்க சிக்னல்களாக பெருக்குகின்ற வேலையை சிறப்பாக செய்யக்கூடியவை ஆகும். இது 1948 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்காவில் உள்ள பெல் தொலைபேசி ஆய்வகத்தில் (Bell Telephone Laboratory) விஞ்ஞானிகள் J. பர்தீன் மற்றும் W.H. பிராட்டைன் என்பவர்களால் உருவாக்கப்பட்டது.

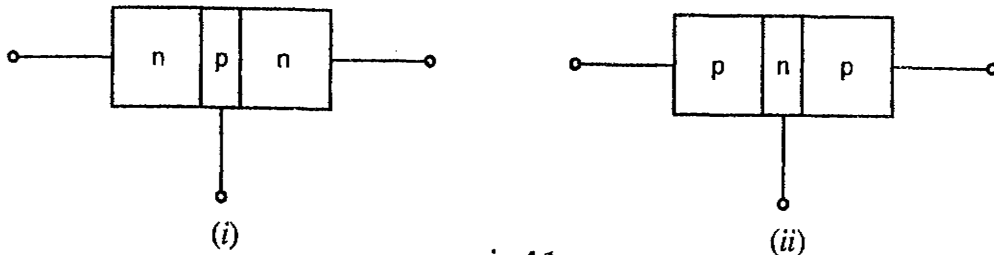
இப்பாடப்பகுதியில் இந்த டிரான்சிஸ்டர்களின் கட்டமைப்பு, செயல்பாடு மற்றும் அதன் பயன்கள் ஆகியவற்றை பற்றி பார்ப்போம்.

4.1. டிரான்சிஸ்டர் (TRANSISTOR)

டிரான்சிஸ்டர்களில் ஒரு P.N. சந்தியும், ஒரு P வகை அல்லது N வகை பொருளும் இணைக்கப்பட்டு உருவாக்கப்படுகிறது. ஆதலின் அதில் இருவகைகள் அமைகின்றன.

1. N.P.N. டிரான்சிஸ்டர்கள்
2. P.N.P. டிரான்சிஸ்டர்கள்

இரண்டு N வகை குறைகடத்திகளுக்கு இடையில் ஒரு P வகை குறைகடத்தி வைத்து NPN டிரான்சிஸ்டர்கள் உருவாக்கப் படுகின்றன. அவ்வாறே இரண்டு P வகை குறைகடத்திகளுக்கு இடையில் ஒரு N வகை குறைகடத்தி வைக்கப்பட்டு PNP டிரான்சிஸ்டர்கள் உருவாக்கப்படுகிறது.



படம் 4.1

இதன் முக்கிய குறிப்புகள்

1. பொதுவாக ஒரு டிரான்சிஸ்டருக்கு மூன்று இணைப்புக்கால்கள் உள்ளன.
2. ஒரு டிரான்சிஸ்டரில் இரண்டு PN சந்திப்புகள் உள்ளதால், இரண்டு சந்திகளின் இணைப்பு அமைப்பு ஒரு டிரான்சிஸ்டர் எனலாம்.
3. மத்தியில் உள்ளது மிகவும் மெல்லிய அடுக்கு ஆகும். இது டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாட்டில் மிக முக்கிய அம்சம் வகிக்கிறது.

இதில் உள்ள ஒரு சந்தி முன்னோக்கு பயாஸ் முறையிலும், மற்றொரு சந்தி பின்னோக்கு பயாஸ் முறையிலும் சார்பு செய்யப்படுகிறது. முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படும் சந்தி குறைந்த தடையை உடையது. பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படும் சந்தி அதிக தடையை உடையது. வலிமை குறைந்த சிக்னல்கள் குறைந்த தடையுள்ள பாதையில் செலுத்தப்பட்டு பெருக்கப்பட, வெளியீடு அதிக தடையுள்ள பாதைக்கு மாற்றுகிறது எனலாம். Transistor என்ற சொல்லிலுள்ள Trans இவ்வாறு மாற்றும் பண்பாகிய Transfer என்ற சொல்லிலிருந்தும், istor என்பது Resistor என்ற சொல்லிலிருந்து பெறப்பட்டது.

டிரான்சிஸ்டர்கள் முனைகள்

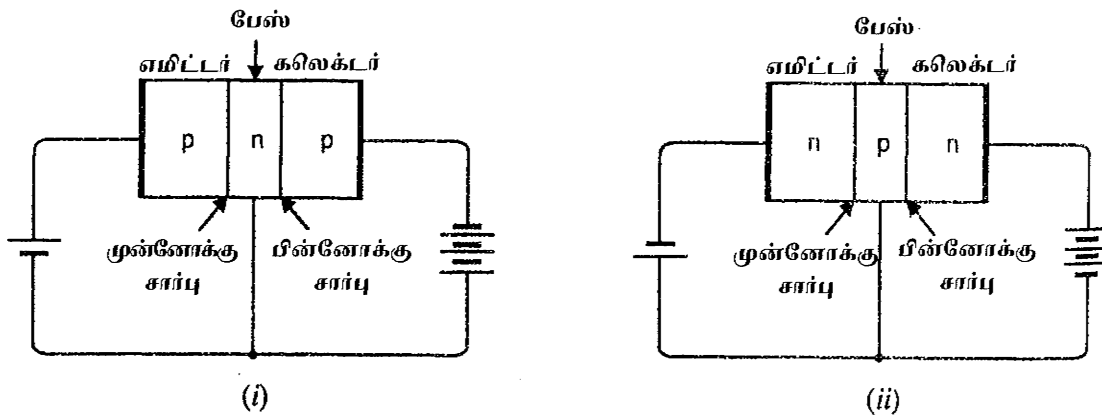
PNP, NPN ஆகிய இரண்டு வகைகளிலும், மூன்று அடுக்குகளை கொண்ட குறைகடத்திகள் உள்ளன. ஒரு பக்கமுள்ள குறைகடத்தி ‘எமிட்டர்’ (Emitter) எனவும், அதற்கு எதிர்பக்கமுள்ளது ‘கலெக்டர்’ (Collector) எனவும் இரண்டிற்கும் இடையிலுள்ளது ‘பேஸ்’ (Base) எனவும் அழைக்கப்படும்.

எமிட்டர்

மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கும் சார்ஜ்களை வழங்கும் பகுதியை ‘எமிட்டர்’ என்கிறோம். பேஸும், எமிட்டரும் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. ஆகையால் இவைகள் அதிக அளவு (மெஜாரிட்டி) பெரும்பான்மை கடத்திகளை வழங்க முடியும்.

படம் 4.2 (i) ஒரு PNP வகை டிரான்சிஸ்டர் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டுள்ளதை காட்டுகிறது. இதில் எமிட்டர் அதன் சந்தியான பேஸிற்கு ஹோல்களை வழங்குகிறது.

படம் 4.2 (ii) ஒரு NPN வகை டிரான்சிஸ்டர் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டுள்ளதை காட்டுகிறது. இதில் எமிட்டர் அதன் சந்தியான பேஸிற்கு எலக்ட்ரான்களை வழங்குகிறது.



படம் 4.2

கலெக்டர்

வெளியிடப்பட்ட எலக்ட்ரான்களை ஏற்கும்பகுதி ‘கலெக்டர்’ ஆகும் கலெக்டர்-பேஸ் சந்தி பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது.

படம் 4.2 (i)-ல் PNP வகையில் கலெக்டராகிய P பகுதியில் அதன் பேஸ் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு, அதன் வெளியீடு சுற்றில் ஹோல் கரண்ட் (Hole current) செல்வது காட்டப்பட்டுள்ளது.

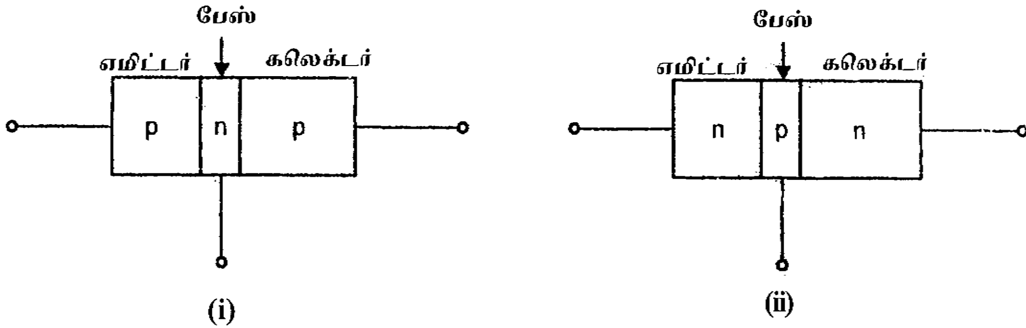
படம் 4.2 (ii)ல் NPN வகையின் இணைப்பில் எலக்ட்ரான் கரண்ட் (Electron Current) செல்வது காட்டப்பட்டுள்ளது.

பேஸ் (Base)

P, N பகுதிகளுக்கு இடையில் அமைந்து, இரண்டு சந்திகளை உண்டாக்கும் பகுதியை பேஸ் என்கிறோம். பேஸ்-எமிட்டர் சந்தி முன்னோக்கு பயாஸ் உடையது. ஆதலின் இதன் தடை மிகவும் குறைவு, பேஸ்-கலெக்டர் சந்தி பின்னோக்கு பயாஸ் ஆதலால் அதிக தடையுடன் அமைகிறது.

ஒரு டிரான்சிஸ்டரைப் பற்றிய உண்மைகள்

ஒரு டிரான்சிஸ்டரைப் பற்றிய விபரங்களைக் காண்போம்



படம் 4.3.

1. ஒரு டிரான்சிஸ்டரில் மூன்றுபகுதிகள் உள்ளன. (i) எமிட்டர், (ii) கலெக்டர், (iii) பேஸ். எமிட்டரைவிட பேஸ் மெல்லிய பகுதி, கலெக்டரும், எமிட்டரும் சமமாக இருப்பதாக வழக்கத்தில் கருதப்படுகிறது.

2. ஒரு டிரான்சிஸ்டரில் இரண்டு PN சந்திகள் ஒன்றன் பக்கத்தில் மற்றது என வைக்கப்பட்டுள்ளது.

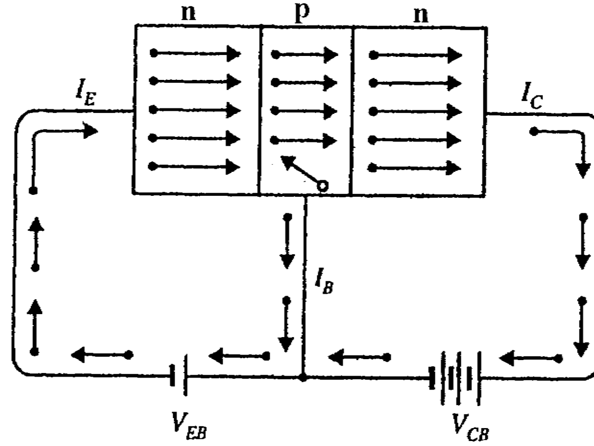
3. எமிட்டர், அதிக அளவு சார்ஜ்களை அனுப்புவதற்காக சற்று கூடுதலாக டோப் (Dope) செய்யப்படுகிறது. பேஸ் குறைவாக டோப் (Dope) செய்யப்பட்டும், மிக மெல்லியதாகவும் இருப்பதால், எமிட்டர் வெளியிட்ட பெரும்பகுதி கேரியர்களை தன்வழியாக கலெக்டருக்கு அனுப்பிவிடுகிறது. கலெக்டர் சாதாரண அளவில் டோப் செய்யப்பட்டுள்ளது.

4. எமிட்டர்-பேஸ் ஆகிய டையோடின் தடை, கலெக்டர்-பேஸ் ஆகிய டையோடின் தடையை விட மிகவும் குறைவு. ஆதலின் எமிட்டருக்கு கொடுக்கும் முன்னோக்கு பயாஸ் மிகவும் குறைவாகவும், கலெக்டர் பேசுக்கு கொடுக்கப்படும் பின்னோக்கு பயாஸ் மிக அதிகமாகவும் இருக்கும்.

டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாடு

ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் எமிட்டர் பேஸ் சந்தியானது முன்னோக்கு சார்பு நிலையிலும், கலெக்டர்-பேஸ் சந்தியானது பின்னோக்கு சார்பு நிலையிலும் இருக்க வேண்டும். எமிட்டர் பேஸ் சந்தியை தவிர்த்துப் பார்த்தால், கலெக்டர்-பேஸ் சந்தியானது பின்னோக்கு சார்பு நிலையில் இருப்பதால் அதில் மின்னோட்டம் எதுவும் பாயாது. எமிட்டர்-பேஸ் சந்தி இணைந்திருப்பதாக எடுத்துக் கொண்டால், இது முன்னோக்கு சார்பு நிலையில் இருப்பதால் எமிட்டர் மின்னோட்டம் முழுவதும் கலெக்டர் சுற்றில் பாயும். ஆகவே கலெக்டர் சுற்றில் ஏற்படும் மின்னோட்டத்தின் அளவு எமிட்டர் மின்னோட்டத்தை பொறுத்து உள்ளது. எமிட்டர் மின்னோட்டம் பூஜ்ஜியமாக இருந்தால் கலெக்டர் மின்னோட்டமும் ஏறக்குறைய பூஜ்ஜியமாகவே இருக்கும். எமிட்டர் மின்னோட்டம் 1mA ஆக இருந்தால், கலெக்டர் மின்னோட்டமும் 1mA ஆக இருக்கும். இதுதான் பொதுவாக டிரான்சிஸ்டரில் நடைபெறும் செயல்பாடாகும். தற்போது npn மற்றும் pnp டிரான்சிஸ்டர் செயல்பாடுகள் பற்றி பார்ப்போம்.

npn டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாடு



npn டிரான்சிஸ்டரின் அடிப்படை இணைப்பு முறை

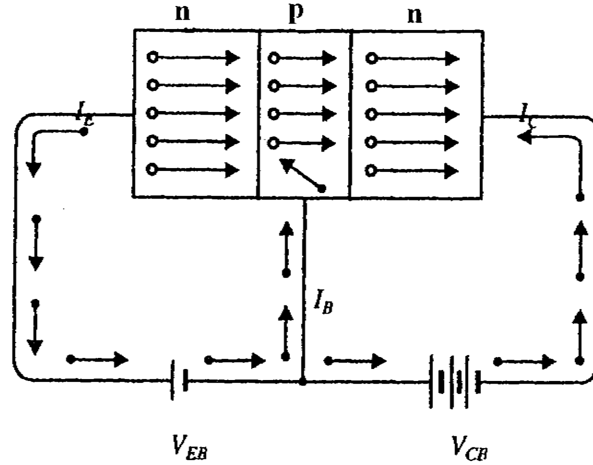
படம் 4.4.

படம் 4.4 ஆனது ஒரு npn டிரான்சிஸ்டரின் எமிட்டர்-பேஸ் சந்தி முன்னோக்கு சார்பு நிலையிலும், கலெக்டர் பேஸ் சந்தி பின்னோக்கு சார்பு நிலையிலும் இருப்பதை காட்டுகிறது. எமிட்டர் பேஸ் சந்தியின் முன்னோக்கு பயாஸ் நிலையானது எமிட்டரில் உள்ள எலக்ட்ரான்களை பேஸை நோக்கி பாயச் செய்கிறது. இதன் காரணமாக எமிட்டர் மின்னோட்டம் (I_E) ஏற்படுகிறது. இந்த எலக்ட்ரான்கள் P வகை பேஸிற்குள் செல்லும் போது அதில் உள்ள ஹோல்களோடு இணைந்து விடும். பேஸானது குறைந்த அளவு டோப் செய்யப்பட்டிருப்பதாலும், மிக மெல்லியதாக இருப்பதாலும் மிகக் குறைந்த அளவு எலக்ட்ரான்களே (5% குறைவாக) ஹோல்களோடு இணைந்து பேஸ் மின்னோட்டத்தை (I_B) ஏற்படுத்தும். மீதமுள்ள 95% எலக்ட்ரான்கள் கலெக்டர் பகுதிக்கு கடந்து சென்று கலெக்டர் மின்னோட்டத்தை I_C ஏற்படுத்தும். இந்நிலையில் எமிட்டர் மின்னோட்டம் முழுவதும் கலெக்டர் சுற்றில் பாயும். ஆகவே எமிட்டர் மின்னோட்டம் என்பது கலெக்டர் மற்றும் பேஸ் மின்னோட்டங்களின் கூட்டுத் தொகை ஆகும்.

$$\therefore I_E = I_B + I_C$$

***pnp* - டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாடு**

படம் 4.5 ஆனது pnp டிரான்சிஸ்டரின் அடிப்படை இணைப்பைக் காட்டுகிறது. டிரான்சிஸ்டரின் முன்னோக்கு சார்பு நிலையானது P-வகை எமிட்டரில் உள்ள ஹோல்களை பேஸை நோக்கி பாயச் செய்து எமிட்டர் மின்னோட்டத்தை (I_E) ஏற்படுத்துகிறது. இந்த ஹோல்கள் n-வகை பேஸிற்குள் கடந்து செல்லும் போது அதிலுள்ள எலக்ட்ரான்களோடு இணைந்துவிடும். பேஸானது மிக குறைந்த அளவு டோப் செய்யப்பட்டிருப்பதாலும், மிக மெல்லியதாக இருப்பதாலும் குறைந்த அளவு (5%) ஹோல்களே எலக்ட்ரான்களோடு இணையும். மீதமுள்ள (95%) ஹோல்கள் கலெக்டர் பகுதிக்குள் சென்று கலெக்டர் மின்னோட்டத்தை (I_C) ஏற்படுத்தும். இப்படியாக எமிட்டர் மின்னோட்டம் முழுவதும் கலெக்டர் சுற்றில் பாயும். pnp டிரான்சிஸ்டரின் உள்ளே மின்னோட்டமானது ஹோல்களின் மூலமாக நடைபெறுகிறது. ஆனால் சுற்றில் உள்ள ஒயர்களில் எலக்ட்ரான்களின் மூலமே மின்னோட்டமானது நிகழும்.



pnp டிரான்சிஸ்டரின் அடிப்படை இணைப்பு முறை

படம் 4.5

டிரான்சிஸ்டர் செயல்பாட்டின் முக்கியத்துவங்கள்

உள்ளீடு சுற்று i.e., எமிட்டர் பேஸ் சந்தி முன்னோக்கு சார்பு நிலையில் இருப்பதால் குறைந்த அளவு மின்தடையும் வெளியீடு சுற்று (ie கலெக்டர்-பேஸ் சந்தி) பின்னோக்கு சார்பு நிலையில் இருப்பதால் அதிக மின்தடையையும் கொண்டிருக்கும். உள்ளீடு எமிட்டர் மின்னோட்டம் முழுவதும் கலெக்டர் சுற்றில் பாயும். ஆகையால் ஒரு டிரான்சிஸ்டரானது குறைந்த மின்தடை சுற்றிலுள்ள உள்ளீட்டு சிக்னல் மின்னோட்டத்தை, உயர் மின்தடை சுற்றுக்கு மாற்றித் தரும். இதுவே டிரான்சிஸ்டர் விரிவாக்கியாக செயல்படுவதற்கு அடிப்படை அம்சமாகும்.

கட் ஆஃப் பகுதி (Cut off Region)

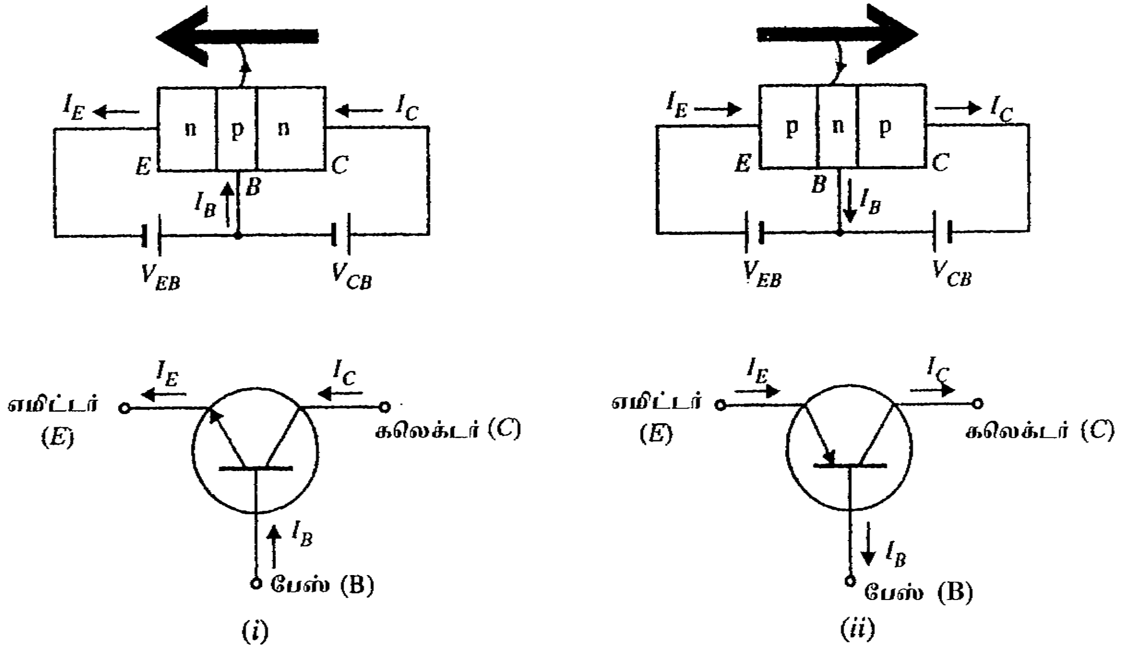
டிரான்சிஸ்டர் பயன்படுத்தப்பட்ட பெருக்கிச் சுற்றில் எமிட்டர் சந்திப்பும் கலெக்டர் சந்திப்பும் பின்னோக்கு பயாஸாகவும், பிறகு பேஸ் மின்னோட்டம் பூஜ்ஜியமாகவும் மற்றும் கலெக்டர் மின்னோட்டமும் பூஜ்ஜியமாகவும் இருக்கும். இந்தப் பகுதியே கட்-ஆஃப் பகுதி என அழைக்கப்படுகிறது.

பூரிதப் பகுதி (Saturation Region)

ஒரு டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கிச் சுற்றில், எமிட்டர் சந்திப்பும் கலெக்டர் சந்திப்பும் முன்னோக்கு பயாஸ் ஆகும் போது, டிரான்சிஸ்டர் பூரித நிலையை அடைந்து விட்டது என்கிறோம். இந்நிலையில் பேஸ் மின்னோட்டமும், கலெக்டர் மின்னோட்டமும் அதிக பட்சமாக இருக்கும். கலெக்டர் மின்னோட்டம் பேஸ் மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து இருக்காது.

டிரான்சிஸ்டர் குறியீடுகள்

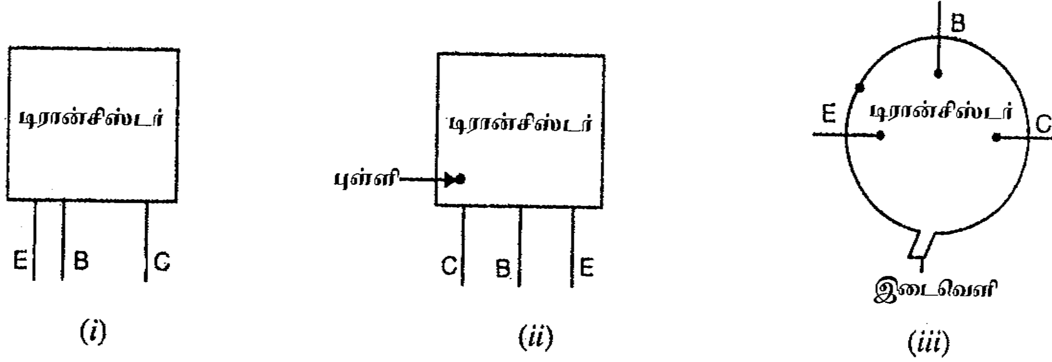
கீழுள்ள படங்களானது npn மற்றும் pnp டிரான்சிஸ்டர்களின் குறியீடுகளை காட்டுகிறது. எமிட்டரில் உள்ள அம்புக்குறியானது முன்னோக்கு சார்பு நிலையில், மின்னோட்டத்தின் திசையில் காட்டுவதாக உள்ளது. npn டிரான்சிஸ்டரில் இந்த மின்னோட்டமானது எமிட்டரை விட்டு வெளியே செல்வதாக அம்புகுறியிடப்பட்டும் படம் .4.6 (i) எமிட்டரின் உள் செல்வதாக அம்பு குறியிடப்பட்டும் உள்ளது. படம் 4.6 (ii)



படம் 4.6

டிரான்சிஸ்டரின் முனைகளை கண்டறிதல்

ஒரு டிரான்சிஸ்டரில் மூன்று முனைகள் உள்ளன. அவை எமிட்டர், பேஸ் மற்றும் கலெக்டர். டிரான்சிஸ்டரை சுற்றில் இணைப்பதற்கு அதன் முனைகளை அறிந்திருப்பது அவசியம். முனைகளின் அமைப்பு தயாரிப்பாளர்களுக்கு ஏற்றவாறு சிறிது மாறுபடும். பொதுவாக மூன்று வகைகள் அமைப்புகள் புழக்கத்தில் உள்ளன.



படம் 4.7

i) ஒரு டிரான்சிஸ்டர் தட்டையாக அமைக்கப்பட்டு (படம் 4.7(i)) முனைகள் தொடர்ச்சியாக ஆனால் இடைவெளியில் மாற்றம் தரப்பட்டு உருவாக்கப்பட்டிருக்கும். இதில் அதன் முனைகளை அமைந்துள்ள இடம் மற்றும் முனைகளுக்கு இடையேயான தூரத்தை கொண்டு கண்டுபிடிக்கலாம். இதில் மத்தியில் உள்ள முனை பேஸ் முனையாகும். பேஸ் முனையிலிருந்து எம்முனை அதிக தூரத்தில் இருக்கிறதோ, அதுவே கலெக்டர் முனை. அடுத்த முனை எமிட்டர் முனையாகும்.

ii) முனைகள் ஒரே தளத்தில் அமைக்கப்பட்டு, முனைகளுக்கிடையே இடைவெளியும் சமமாக இருந்தால், (படம் 4.7 (ii)) மத்திய முனையானது பேஸ் முனையாகவும், வட்ட வடிவ புள்ளி அருகே உள்ள முனை கலெக்டர் முனையாகவும், மற்றொரு முனை எமிட்டர் முனையாகவும் அறியப்படுகிறது.

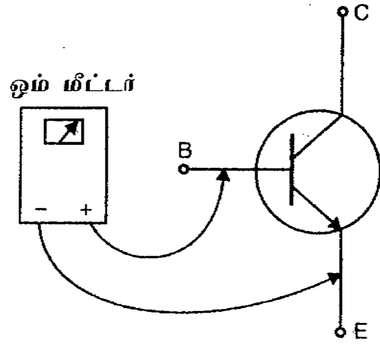
iii) டிரான்சிஸ்டர் உருளை வடிவமாக இருந்தால் (படம் 4.7 (iii)) அதில் ஓர் இடைவெளி கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். அந்த இடைவெளி யிலிருந்து கடிகாரச் சுற்றாக எமிட்டர், பேஸ், கலெக்டர் என முனைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

டிரான்சிஸ்டரை பரிசோதிக்கும் முறை

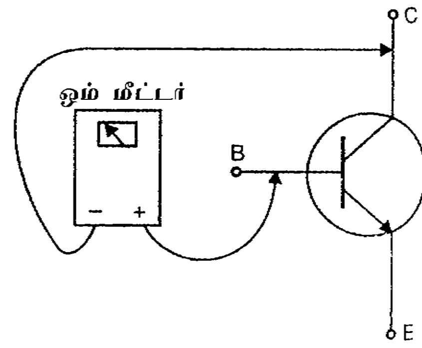
ஒரு டிரான்சிஸ்டர் நல்ல நிலையில் உள்ளதா என்பதை ஓம் மீட்டரின் மூலம் பரிசோதிக்கலாம். டிரான்சிஸ்டரின் பேஸ்-எமிட்டர் சந்தி முன்னோக்கு சார்பு நிலையில் இருக்கும் என்பதையும், கலெக்டர்-பேஸ் சந்தி பின்னோக்கு சார்பு நிலையில் இருக்கும் என்பதையும் நாம் அறிவோம். எனவே முன்னோக்கு சார்பு நிலையில் உள்ள பேஸ்-எமிட்டர் சந்தி குறைவான மின்தடையையும், பின்னோக்கு சார்பு நிலையில் உள்ள கலெக்டர்-பேஸ் சந்தி அதிக மின்தடையும் இருப்பதாகவும் காட்டப்பட வேண்டும்.

ஒரு npn டிரான்சிஸ்டர் ஓம் மீட்டரின் மூலம் பரிசோதனை செய்யும் முறையானது (படம் 4.8 (i))ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

முன்னோக்கு சார்பு நிலையில் உள்ள பேஸ் எமிட்டர் சந்தி மின்தடை $100\,\Omega$ முதல் $1\,k\Omega$ அளவிற்குள் இருந்தால் டிரான்சிஸ்டர் நல்ல முறையில் இருப்பதாக அர்த்தம். இல்லையென்றால் இது பழுதாகிவிட்டதாக அர்த்தம் (படம் 4.8 (i)).



(*i*)



(*ii*)

படம் 4.8

பின்னோக்கு சார்பு நிலையில் உள்ள கலெக்டர் பேஸ் சந்தியின் மின்தடையானது 100 K அல்லது அதற்கு மேல் இருப்பதாக ஓம்மீட்டர் காட்டினால், நல்ல முறையில் இருப்பதாக அர்த்தம். இல்லையென்றால் அந்த டிரான்சிஸ்டரானது பழுதாகிவிட்டதாக அர்த்தம் (படம் 4.8 (ii)).

குறைக் கடத்தியின் எண்ணிடும் முறை

ஒரு டிரான்சிஸ்டர் வகையை குறிக்க, ஐந்து எழுத்து-எண் (Five Alpha Numeric) கொண்ட தொடர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எகா. BF194, BFX63 இரண்டு ஆங்கில எழுத்துக்களும் அதைத் தொடர்ந்து மூன்று எண்ணும் இருக்கும்.

முதல் எழுத்து குறிக்கும் பொருள்

A - ஜெர்மானியம்

B - சிலிக்கான்

C - கேலியம் ஆர்சனைடு (Gallium arsenide)

D - இண்டியம் ஆன்டிமோனைடு (Indium antimonide)

R - கலப்புத் தனிமம் (காட்மியம் சல்பைடு)

இரண்டாவது எழுத்து குறிக்கும் பொருள்

A - டிடெக்டர் டையோடு

B - வேரியபுள் கெப்பாஸிட்டன்ஸ் டையோடு

C - ஆடியோ அதிர்வெண்ணுக்கு தேவைப்படும் டிரான்சிஸ்டர்

D - ஆடியோ அதிர்வெண்ணுக்குத் தேவையான பவர் டிரான்சிஸ்டர்

F - உயர் அதிர்வெண் வரும் இடங்களில் பயன்படும் குறைந்த பவர் டிரான்சிஸ்டர்.

L - உயர் அதிர்வெண் வரும் இடங்களில் பயன்படும் பவர் டிரான்சிஸ்டர்.

X - மல்டிபிளையர் டையோடு (எ.கா. வேரக்டர்)

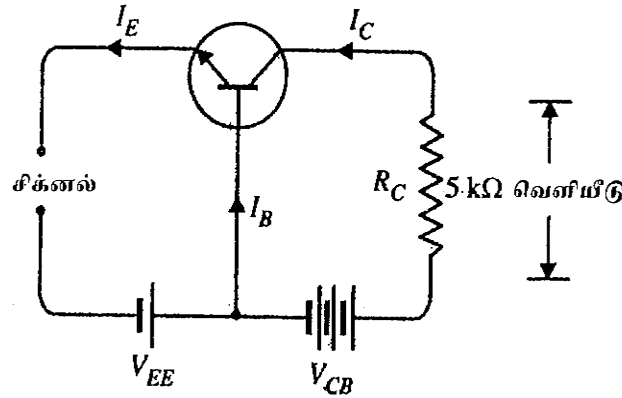
Y - திருத்தும் டையோடு - பூஸ்டர் டையோடு

Z - வோல்ட்டேஜ் ரெகுலேட்டர் டையோடு - ஜீனர்

S - உயர் அதிர்வெண் பயன்படும் இடங்களுக்கான சுவிட்சிங் டிரான்சிஸ்டர்.

டிரான்சிஸ்டர் ஓர் பெருக்கி (அ) விரிவாக்கி

ஒரு டிரான்சிஸ்டர் வலிமை குறைந்த சிக்னலை வலிமை மிக்கதாக மாற்றுவதன் மூலம் விரிவாக்கியாக செயல்படுகிறது. படம் ஓர் அடிப்படை டிரான்சிஸ்டர் விரிவாக்கி சுற்றை காட்டுகிறது. வலிமை குறைந்த சிக்னலானது எமிட்டர்-பேஸ் சந்திக்கு இடையே கொடுக்கப்பட்டு வெளியீடானது கலெக்டர் சுற்றில் உள்ள லோடு ரெஸிஸ்டர் Rc-ல் எடுக்கப்படுகிறது. சிறந்த விரிவாக்கத்தை பெறுவதற்கு உள்ளீடு சுற்றானது எப்போதும் முன்னோக்கு சார்பு நிலையில் வைக்கப்பட வேண்டும். இதை நிறைவேற்ற ஓர் dc மின்னழுத்தம் V_{EE} உள்ளீடு சுற்றில் சிக்னலோடு தரப்பட வேண்டும். இந்த dc மின்னழுத்தமே சப்ளை மின்னழுத்தம் எனப்படும். இதன் குணம், எப்போதும் உள்ளீடு சுற்றை முன்னோக்கு சார்பு நிலையில் வைத்திருக்கும்.



படம் 4.9

உள்ளீடு சுற்றானது குறைந்த மின்தடையை உடையதாக இருப்பதால், சிக்னல் மின்னழுத்ததில் ஏற்படும் சிறிய மாற்றம் எமிட்டர் மின்னோட்டத்தில் பெரிய மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். இது அப்படியே கலெக்டர் மின்னோட்டத்திலும் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். உயர் மின்தடை மதிப்பு கொண்ட லோடு ரெசிஸ்டர் Rc வழியாக கலெக்டர் மின்னோட்டம் பாய்வதால் R_C ல் அதிக மின்னழுத்தம் ஏற்படும். இவ்வாறு உள்ளீட்டில் தரப்பட்ட வலிமை குறைந்த சிக்னல் பெருக்கம் செய்யப்பட்ட சிக்னலாக கலெக்டர் சுற்றில் (வெளியீட்டில்) கிடைக்கிறது. இதுவே ஓர் டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கியாக (Amplifier) செயல்படும் விதம் ஆகும்.

பெருக்கி என்பது தன் வழியாக செலுத்தப்படும் சிக்னல்களைப் பெருக்கி, அதனை பெரிய அளவில் வெளிக்கொடுக்கும் மின்னணுச் சுற்று ஆகும்.

பெருக்கிகள் இல்லாமல் எந்த மின்னணுச் சாதனமும் இல்லை என்றே கூறலாம். சினிமா ஃபிலிமிலுள்ள ஒலித் தடத்திலிருந்து கிடைக்கும் மாறுகின்ற ஒளி (intensity) யைக் கொண்டு

பெருக்கிக் கிடைக்கும் ஒலியினால் தான் நாம் சினிமாவை ரசிக்க முடிகிறது. தொலைக்காட்சிப் பெட்டியில் உள்ள பெருக்கிகளின் செயல்பாட்டினால் தான் நம்மால் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகளைப் பார்க்க முடிகிறது. இதிலுள்ள பெருக்கி நிலைகள், ரிசீவரின் மூலம் கிடைக்கும் மிகவும் வலிமை குறைந்த சிக்னலையும் பெருக்கி நமக்கு ஒளியையும், ஒலியையும் தருகின்றன.

பெருக்கி நிலையானது (amplifier stage) தன் வழியாக செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் அல்லது இரண்டையும் அடுத்தடுத்த நிலைகள் வழியாக கொடுக்கப்படும் அலை வடிவத்தின் குணநலன்கள் மாறாத வண்ணம் வேண்டிய அளவிற்குப் பெருக்கிக் கொடுக்கின்றன. ஆகவே கொடுக்கப்படும் மாறு மின்னோட்ட சிக்னலின் மின்னழுத்த அல்லது மின்னோட்ட ஆம்ப்ளிடியூடை தேவையான அளவிற்கு அதிகரித்துக் கொடுப்பதையே பெருக்கம் என்கிறோம்.

பெருக்கி நிலையில் டிரான்சிஸ்டர் அல்லது ஐ.சி போன்ற செயலாற்றும் உறுப்புகளுடன், துணை உறுப்புகளும், இயைவு மின் சுற்றுகளும், இணைப்பு மின்சுற்றுகளும், வடிப்பான் போன்ற பல பகுதிகளும் உள் அடங்கி இருக்கும். டிரான்சிஸ்டர் என்பது மின்னோட்டத்தால் செயல்படும் சாதனம் ஆகும். இதன் உள்ளீட்டு மின்சுற்றில் செலுத்தப்படும் மின்னோட்டம், வெளியீட்டு மின்சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும்.

பெருக்கி நிலையில் பெரிய வெற்றிடக் குழாய்களைப் பயன்படுத்துவதை விட டிரான்சிஸ்டர்களைப் பயன்படுத்துவதால் பல நன்மைகள் உண்டு.

டிரான்சிஸ்டரைப் பயன்படுத்துவதால் ஏற்படும் நன்மைகள்

1. டிரான்சிஸ்டர்களுக்கு, அவற்றைச் சூடுபடுத்த ஒரு எலிமெண்ட் தேவையில்லை. ஆகவே அவை சப்ளை கொடுத்த உடனேயே செயல்புரியத் தொடங்குகின்றன.
2. மிகச்சிறிய டிரான்சிஸ்டர்களைக் கொண்டு செய்யப்படும் மின்னணு சாதனங்களும் மிகச் சிறியனவாக அமைகின்றன. அவற்றின் எடையும் மிகவும் குறைவாக இருக்கும்.
3. டிரான்சிஸ்டர் மிகவும் குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் செயல் புரிகின்றன. எனவே அவை செயல்புரிய மிகக் குறைந்த பவர் (Power) போதுமானது.
4. குறைந்த பவரில் செயல்புரிவதால் அவற்றின் திறன் (efficiency) மிகவும் அதிகமாகிறது.
5. டிரான்சிஸ்டர்கள் நீண்ட நாள் உழைக்கும் தன்மை கொண்டவை.
6. டிரான்சிஸ்டர்கள் அதிர்வுகளால் பாதிக்காத வகையிலும், உடையாத வண்ணமும் அமைந்துள்ளன.
7. டிரான்சிஸ்டர்களின் விலை மிகவும் குறைவு.

பெருக்கிகள் கீழ்க்கண்டவாறு பகுக்கப்படுகின்றன.

அ. பெருக்கிகளின் மின் சுற்று அமைப்புகளைப் பொறுத்து (According to their circuit configuration)

1. பொது பேஸ் அமைப்பு (Common base configuration C.B)
2. பொது எமிட்டர் அமைப்பு (Common Emitter Configuration C.E)
3. பொது கலெக்டர் அமைப்பு (Common collector configuration C.C)

ஆ. பளுவை பொறுத்து (According to Load)

1. மின்தடை லோடு (Resistive load)
2. இம்பிடன்ஸ் லோடு (Impedance load)
3. மின்மாற்றி லோடு (Transformer load)
4. இசைவு செய்யப்பட்ட லோடு (Tuned load)

இ. செயல்படும் முறையைப் பொறுத்து

1. Class - A பெருக்கிகள்
2. Class - B பெருக்கிகள்
3. Class - C பெருக்கிகள்

ஈ. பெருக்கும் தன்மையைப் பொறுத்து (According to amplification)

1. மின்னழுத்தப் பெருக்கி
2. பவர் பெருக்கி

உ. இரண்டு நிலைகளை இணைக்கும் முறையைப் பொறுத்து (According to interstage coupling)

1. ரெசிஸ்டன்ஸ் - கப்பாஸிட்டன்ஸ் இணைப்புப் பெருக்கி
2. மின்மாற்றி இணைப்புப் பெருக்கிகள்
3. இசைவு செய்யப்பட்ட மின் மாற்றி இணைப்புப் பெருக்கிகள்
4. நேரடி இணைப்பு பெருக்கிகள்

ஊ. அதிர்வெண் தொகுப்பைப் பொறுத்து (According to frequency range)

1. கேட்கும் அதிர்வெண் (A.F) பெருக்கிகள்
2. இடைநிலை அதிர்வெண் (I.F) பெருக்கிகள்
3. வானொலி அதிர்வெண் (R.F) பெருக்கிகள்

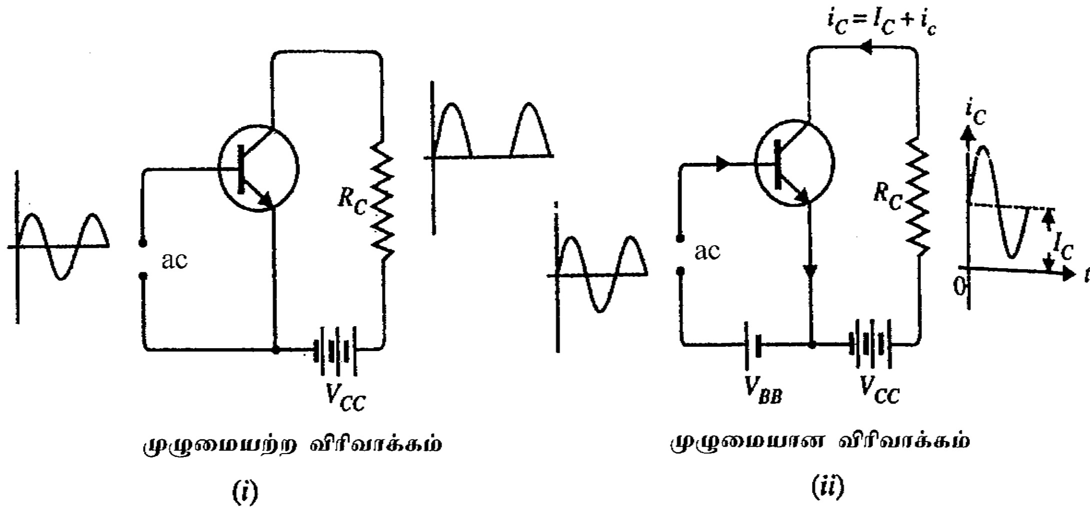
டிரான்சிஸ்டர் பயாசிங் (Transistor Biasing)

பெருக்கிகளில், பயாஸ் என்பது டிசி (D.C) மின்னோட்டத்தையோ, மின்னழுத்தத்தையோ டிரான்சிஸ்டர்களின் முனைக்குக் கொடுத்து, நமக்குத் தேவையான விதத்தில் பெருக்கியை அமைப்பது ஆகும். இதன் நோக்கம், பெருக்கியை அதன் இயங்கு பகுதியில் (operating point) செயல்படச் செய்வதே ஆகும்.

ஒரு டிரான்சிஸ்டர் சீரிய முறையில் செயல்பட எமிட்டர் - பேஸ் சந்திப்பு முன்னோக்கு பயாஸாகவும் (Forward bias) கலெக்டர் பேஸ் சந்திப்பு பின்னோக்கு பயாஸாகவும் (Reverse

bias) அமைக்கப்பட வேண்டும். பயாசிங்கிற்குப் பயன்படுத்தப்படும் பேட்டரியின் முனைகள் PNP டிரான்சிஸ்டர்களில் அமைக்கப்படுவதற்கு, எதிர்விதத்தில் NPN டிரான்சிஸ்டர்களுக்கு கொடுக்கப்பட வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, எமிட்டர்-பேஸ் முன்னோக்கு டிசி. பயாசிங் முறையில், NPN டிரான்சிஸ்டருக்கு, பேஸில் பாசிடிவ் மின்னழுத்தமும் PNP டிரான்சிஸ்டருக்கு, பேஸில் நெகடிவ் மின்னழுத்தமும் கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

***பயாஸ் மின்சுற்றுகளின் வகைகள்* (Types of Bias circuits)**



படம் 4.10

படம் 4.10ல் பேட்டரிகள் பயன்படுத்தப்பட்ட அடிப்படை பயாசிங் மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

பேஸை பயாஸ் செய்ய, பேஸ் சுற்றில் பேஸில் பேட்டரி V_{BB} யும் கலெக்டர் சுற்றில் V_{cc} யும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள NPN டிரான்சிஸ்டரின் பேட்டரி V_{BB} யின் பாசிட்டிவ் முனை முன்னோக்கு பயாஸ் முறையிலும், பேட்டரி V_{cc}யின் பாசிட்டிவ் கலெக்டருடன் பின்னோக்கு பயாஸ் முறையிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆகவே டிரான்சிஸ்டர் கடத்தும் நிலையில் செயல்படுகிறது. உள்ளீடு மின்னோட்டம் I_b கொடுக்கப்படும் சிக்னலுக்கு ஏற்றவாறு மாறுபடுகிறது. லோடுக்கு இடையே, கலெக்டர் மின்னோட்டத்தில் ஏற்படுகின்ற மாறுதல் காரணமாக ஏற்படுகின்ற மின்னழுத்த குறைவு, வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும் சைகையின் மறு மதிப்பே ஆகும்.

செய்முறை சுற்றுகளில் (Practical circuits), இம்மின்சுற்றில் இரண்டு பேட்டரிகளுக்குப் பதிலாக ஒரே ஒரு பேட்டரி மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவ்வாறு ஒரு பேட்டரி பயன்படுத்தப்படும் போது முன்னோக்கு பயாஸ் (பேஸ் பயாஸ்), பின்னோக்கு பயாஸ் (கலெக்டர் பயாஸ்) இரண்டும் அதே பேட்டரியிலிருந்து கொடுக்கப் படுகிறது. ஒரே பேட்டரியிலிருந்து பேஸ் பயாஸ் கொடுப்பதற்கு சுற்றில் பல்வேறு வழிகளில் மாற்றங்கள் செய்யப்படுகின்றன.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளனவற்றில் ஏதேனும் ஒரே ஒரு வழி மட்டும் பின்பற்றப்படுகிறது.

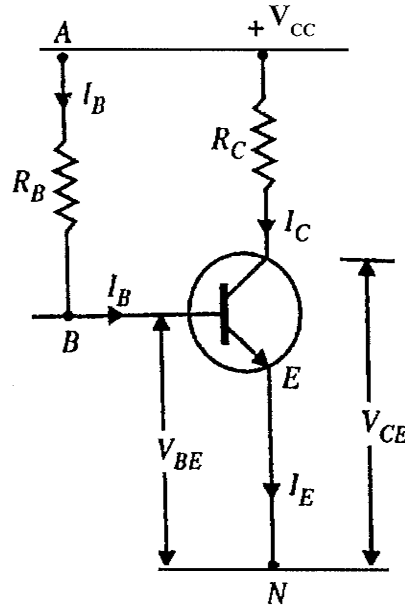
1. மாறாத பயாஸ் சுற்று (Fixed bias circuit)

2. ஃபீட் பேக் பயாஸ் சுற்று (Feedback bias circuit)

3. வோல்டேஜ் டிவைடர் பயாஸ் சுற்று (Voltage divider bias circuit)

மாறாத பயாஸ் சுற்று

மாறாத பயாஸ் என்பது ஒரு மின்தடையால் கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த மின்தடையை பேஸ் பயாஸ் மின்தடை (R_b) எனலாம். இந்த மின்தடை (R_b) படம் 4.11ல் காட்டியுள்ளதை போல் பேட்டரி, பேஸ் ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையே இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 4.11

இந்த சுற்றில் பேஸ் எமிட்டர் சந்திப்பு மின்தடை R_b வழியாக பேட்டரி V_{cc} யுடன் இணைக்கப்படுகிறது. ஆகவே பேஸ் மின்னோட்டம் (I_b) மின் தடை R_b வழியாக நிகழ்கிறது. அதனால் குறிப்பிட்ட அளவு, மின்னழுத்தத்தில் வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. இதனால், பேஸ் எமிட்டர் சந்திப்புக்குத் தேவையான பயாஸ் மின்னழுத்தம் கிடைக்கிறது.

நன்மைகள்

1. பேஸில் ஒரே ஒரு மின்தடை பயன்படுத்தப்படுவதால் பயாஸிங் சுற்று மிகவும் எளிதானதாக உள்ளது.

2. இங்கே பயாஸிற்க்குத் தேவையான நிபந்தனைகளை மிகச் சுலபமாகச் செய்யலாம்.

3. பயாசிங் சுற்றினால் பேட்டரிக்கு எந்த லோடும் இல்லை. ஆகவே பேஸ் எமிட்டர் சந்திப்புக்கு இடையே மின்தடை பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

தீமைகள்

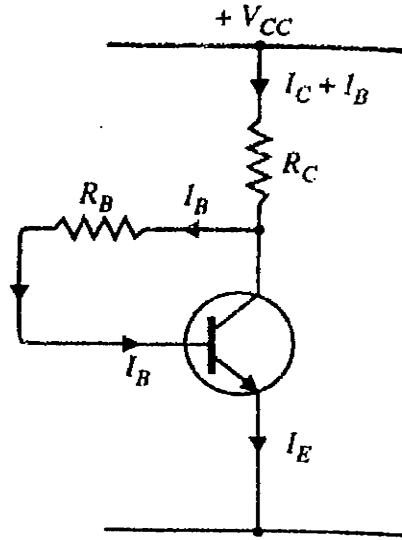
1. இந்த முறையில் ஸ்திரத் தன்மை குறைவு.

2. உஷ்ணத்தினால் பழுதடைய வாய்ப்புகள் அதிகம்

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட தீமைகளால் மாறாத பயாஸ் முறை சில இடங்களில் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஃபீடு பேக் (Feed back) பயாஸ்

ஃபீடு பேக் பயாஸ் முறையும் மாறாத பயாஸ் முறையைப் போன்றதே. ஆனால் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள சில மாற்றங்களைக் கொண்டது. முன்னோக்கு பயாஸ் மின்னழுத்தமானது, V_{cc} முனையிலிருந்து எடுக்கப்படாமல் கலெக்டர் முனையிலிருந்து படத்தில் (4.12) காட்டப்பட்டுள்ளது போல் எடுக்கப்படுகிறது.



படம் 4.12

ஆகவே பேஸ் பயாஸ் மின்தடை R_b அதற்குத் தேவையான மின்னோட்டம் I_b யை கலெக்டரிலிருந்து எடுத்துக் கொள்கிறது. உஷ்ணநிலை அதிகமாகும் போது கலெக்டர் மின்னோட்டம் I_c அதிகமாகும். ஆகவே மின்தடை R_L க்கு இடையே ஏற்படுகின்ற மின்னழுத்த வீழ்ச்சியும் அதிகமாகிறது. இந்நிகழ்ச்சியால் டிரான்சிஸ்டரின் கலெக்டருக்கும் எமிட்டருக்கும் இடையே ஏற்படுகின்ற வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் குறைகிறது. கலெக்டருக்கும் மின்தடை R_bக்கும் இடையே ஏற்பட்ட இந்த மின்னழுத்த வீழ்ச்சியின் காரணமாக பேஸ் மின்னோட்டம் I_bகுறைகிறது. இவ்வாறு குறைந்த பேஸ் மின்னோட்டம் $I_{b,}$ கலெக்டர் மின்னோட்டம் I_c யை அதன் குறிப்பிட்ட அளவிற்குக் குறைக்கிறது.

கலெக்டருக்கு கொடுக்கப்படும் டிசி மின்னழுத்தமானது, சப்ளை மின்னழுத்தத்தில் சுமார் பாதியளவு இருக்கும்படி செய்யுமளவிற்கு மின்தடை R_bயின் மதிப்பு தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.

நன்மைகள்

1. ஒரே ஒரு மின்தடை (R_b) மட்டும் பயன்படுத்தப்படுவதால், இது ஒரு மிகவும் எளிய முறையாக அமைகிறது.

2. பேஸ் பயாஸ், கலெக்டர் மின்னோட்டம் I_c யின் மீது தானாகவே இயங்கி சோதித்துக் கொள்வதால் செயல்புரிவதில் ஒரு ஸ்திரத்தன்மை ஏற்படுகிறது.

தீமைகள்

1. செயல்புரியும் நிலைமை மாறுபட்டால், இந்தச் சுற்று போதுமான ஸ்திரத்தன்மையை அளிக்கவில்லை.

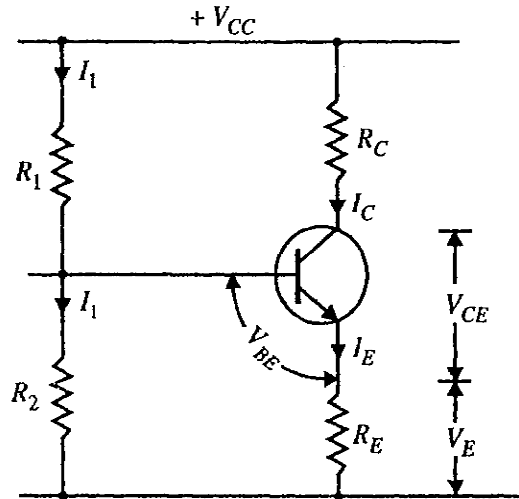
2. இந்தச் சுற்று ஒரு நெகடிவ் (degenerative) ஃபீடு பேக் ஐக் கொடுப்பதால் பெருக்கியின் லாபம் (gain) குறைகிறது.

வோல்ட்டேஜ் டிவைடர் அல்லது பிளீடர் முறை பயாஸிங்

(Voltage divider or bleeder method of biasing)

இந்த முறைப் பெருக்கிச் சுற்றுகள் தான் மிகவும் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கிச் சுற்றில் நல்ல ஸ்திரத்தன்மை உள்ளது. இதில் பேஸ் பயாஸ் நிரந்தரமாகப் பாதுகாக்கப்படுவதால் இந்த டிரான்சிஸ்டர் சுற்றின் தன்மை ஸ்திரமாக உள்ளது.

உஷ்ணத்தின் காரணமாக ஏற்படுகின்ற பேஸ் மின்னோட்டத்தின் மாறுதல்கள் இந்த சுற்றை எந்த விதத்திலும் பாதிப்பதில்லை.



படம் 4.13

மின் தடைகள் R_1 மற்றும் R_2 ஆகியவை தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு வோல்ட்டேஜ் டிவைடராக, V_{cc}க்குப் பக்க இணைப்பில் அமைக்கப்படுகின்றன. இது படம் 4.13ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆதலால் மின்தடை R_2 க்கு குறுக்கே ஏற்படுகின்ற மின்னழுத்தக் குறைவு பேஸ் பயாஸாகப் பயன்படுகிறது. பொட்டன்ஷியல் டிவைடர் இணைப்பு (Potential divider network) எடுத்துக் கொள்ளும் ப்ளீடர் (bleeder) மின்னோட்டம் காரணமாக இந்த மின்னழுத்தக் குறைவு ஏற்படுகிறது. இந்த மின்னோட்டமானது, டிரான்சிஸ்டர் செயல்பாட்டிற்குச் சம்பந்தம் இல்லாமல் சுதந்திரமாக இருக்கும்.

டிரான்சிஸ்டர் சுற்றின் செயல்பாட்டின் ஸ்திரத் தன்மை

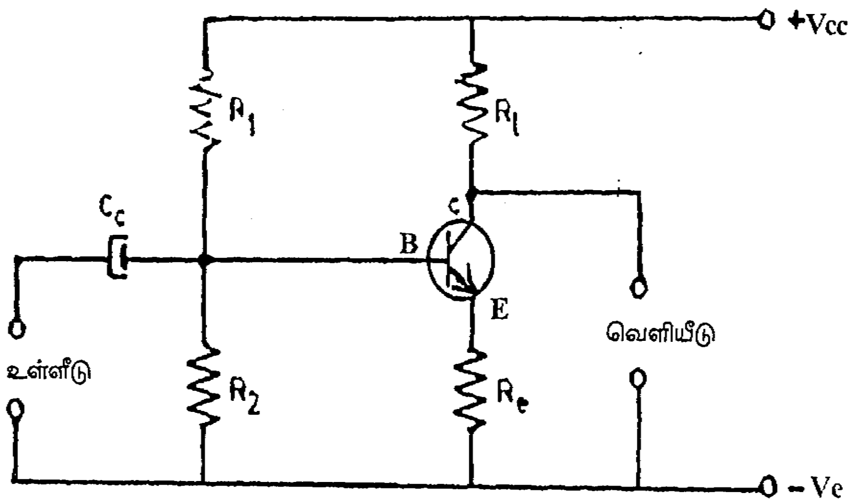
சில முன் எச்சரிக்கை நடவடிக்கைகள் எடுத்துக் கொள்ளத் தவறினால், பல காரணங்களால் டிரான்சிஸ்டர் சுற்றின் செயல்பாடு ஸ்திரத்தன்மைக் கொண்டதாக இருக்காது. குறைக் கடத்தியில் ஏற்படுகின்ற கசிவில் உண்டாகும் மாற்றங்கள் முக்கிய காரணம் ஆகும். சந்திப்பில் ஏற்படுகின்ற உஷ்ண அதிகரிப்பின் காரணமாக கசிவு மின்னோட்டம் வேகமாக அதிகரிக்கிறது.

ஜெர்மேனியம் டிரான்சிஸ்டர்களைக் காட்டிலும் சிலிக்கான் டிரான்சிஸ்டரில் இந்தக் குறை அதிக பாதிப்பை ஏற்படுத்துவது இல்லை. கசிவு மின்னோட்டம் அதிகமானால் நிலைத்தன்மையில் பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. இதன் காரணமாக வெளியீடு சிக்னலில் குலைவு (distortion) ஏற்படுகிறது.

உஷ்ணநிலை உயர்வு (Thermal runaway) காரணமாக ஏற்படுகின்ற மற்றொரு விளைவிற்கு எதிராகவும் பாதுகாப்பு முறைகளைக் கையாள வேண்டும். இந்த விளைவிற்குக் காரணமான கசிவு மின்னோட்டத்துடன், கலெக்டர் மின்னோட்டமும் இணைந்து சந்திப்பை இன்னும் அதிகமாக வெப்பப்படுத்துகிறது. சந்திப்பு அதிக உஷ்ணமடையும் போது கலெக்டர் மின்னோட்டம் I_C இன்னும் அதிகமாகிறது. இவ்வாறு மாறி, மாறி தொடர்ந்து நிகழ்வதால் ஏற்படுகின்ற உஷ்ணமானது டிரான்சிஸ்டரை அதிவிரைவிலேயே அழித்துவிடும்.

இதைத் தடுப்பதற்கு கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள சில உறுப்புகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

1. சூட்டினை அதிவிரைவில் குறைக்கக் கூடிய ஹீட் சிங்க் (Heat Sink) ஐ டிரான்சிஸ்டருடன் பயன்படுத்த வேண்டும்.



படம் 4.14

2. படத்தில் (4.14) காட்டப்பட்டுள்ளது போன்று எமிட்டர் சுற்றில் ஒரு மின்தடையைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

இப்பொழுது எமிட்டர் மின்னழுத்தமானது கலெக்டர் மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து உள்ளது. கலெக்டர் மின்னோட்டம் R_e ல் உண்டாகிற மின்னழுத்த வித்தியாசமாகிய முன்னோக்கு பயாஸ் குறைக்கப்பட்டு அதன் காரணமாக கலெக்டர் மின்னோட்டம் I_c யும் குறைகிறது. ஆதலால் மின்தடை R_e எமிட்டர் சுற்றில் சேர்க்கப்படுகிறது. இதன் காரணமாகவும் கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள காரணங்களாலும் சுற்றின் நிலைப்புத் தன்மை அதிகமாகிறது.

1. சந்திப்பில் ஏற்படுகின்ற வெப்ப அதிகரிப்பின் காரணமாக கலெக்டர் மின்னோட்டம் I_c மாற்றமடைகிறது.

2. டிரான்சிஸ்டரின் β (பீட்டா) மதிப்பில் மாற்றம்.

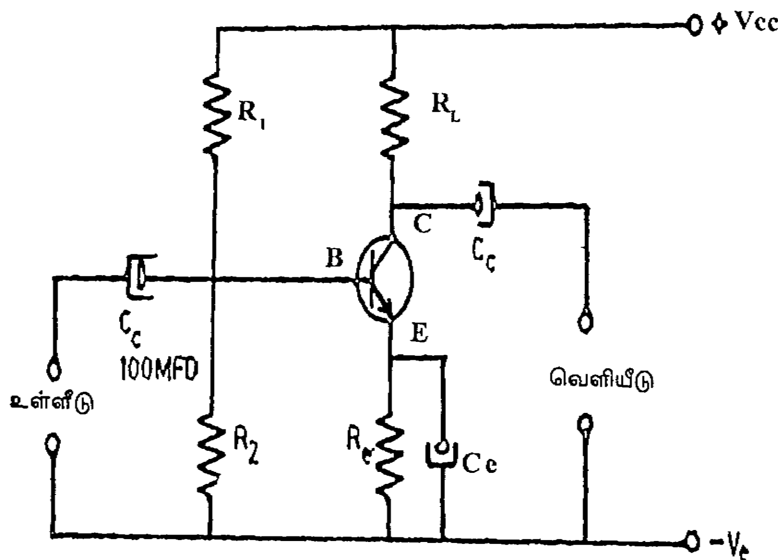
3. வேறு மதிப்புள்ள டிரான்சிஸ்டரைக் கொண்டு தற்போது சுற்றிலுள்ள டிரான்சிஸ்டரை மாற்றுவது (β என்பது மின்னோட்டப் பெருக்க ஃபேக்டர்) (Current amplification factor)

இது கலெக்டர் மின்னோட்டத்திற்கும் பேஸ் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே உள்ள விகிதம் ஆகும்.

$$\beta = \frac{\text{கலெக்டர் மின்னோட்டம்}}{\text{பேஸ் மின்னோட்டம்}} \quad \frac{I_C}{I_b}$$

β வின் மதிப்பு அதிகமாக இருக்கும். இது 50-ல் இருந்து 100 வரை இருக்கும்.

இந்த எமிட்டர் மின்தடையில் ஒரு தீமையும் உண்டு. உள்ளீடு மற்றும் வெளியீட்டுச் சுற்றுகளுக்குப் பொதுவாக இது உள்ளதால் உள்ளீட்டு சிக்னலில் டிஜெனரேசன்-ஐ (degeneration) ஏற்படுத்தும். வெளியீட்டுச் சுற்றில் சிக்னல்கள் ஒன்றுக்கொன்று எதிர் பேஸில் (opposite phase) இருக்கும். டி-ஜெனரேசன்-ஐத் தவிர்க்க எமிட்டரில் ஒரு மின்தேக்கி C_e பயன்படுத்தப்பட்டு பை-பாஸ் (by pass) செய்யப்படுகிறது.



படம் 4.15

ஒரு நிலை டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கியின் முழுச்சுற்று படம் (4.15) காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த சுற்று நல்ல நிலைத்தன்மை கொண்டதாகவும் குலைவு இல்லாமலும் செயல்படக்கூடியது.

பயாஸ் இணைப்பை அமைத்தல்

ஒரு பயாஸ் இணைப்பு சுற்று நல்ல முறையில் இயங்க கீழ்க்கண்டவற்றைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும்.

1. சிக்னல் இல்லாத நிலையில் கலெக்டர் மின்னோட்டத்தை அளக்க வேண்டும். அது டிரான்சிஸ்டரின் அதிகபட்ச அளவிற்குள் இருக்க வேண்டும். குறைந்த பவர் கொண்ட மின்னழுத்தப் பெருக்கிகளில், மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு ஒன்றிலிருந்து ஐந்து மில்லி ஆம்பியருக்குள் இருக்கும்படி சாதாரணமாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

2. எமிட்டர் மின் தடை Re-யை, அதன் குறுக்கே அளிக்கப்படும் சப்ளை மின்னழுத்தத்தில் பத்தில் ஒரு பகுதியை ட்ராப் (drop) செய்யும் அளவுக்கு தேர்வு செய்ய வேண்டும்.

3. லோடு மின்தடையை அதன் குறுக்கே கொடுக்கப்படும் சப்ளை மின்னழுத்தத்தில் (V_{CC}) பாதியை ட்ராப் செய்யும் அளவிற்கு தேர்வு செய்ய வேண்டும்.

4. மின் தடை R_2 மின்தடை R_e யைப் போல 10 மடங்கு இருக்க வேண்டும்.

5. மின்தடை R_1 சுமாராக மின்தடை R_2வைப் போல 9 மடங்கு இருக்க வேண்டும்.

6. பைபாஸ் மின்தேக்கி C_e ன் கபாசிட்டிவ் ரியாக்டென்ஸ் (X_c) மின்தடை R_e-ன் பத்தில் ஒரு பங்கோ அதைவிடக் குறைவாகவோ இருக்க வேண்டும்.

டிரான்சிஸ்டர் இணைப்புகள்

டிரான்சிஸ்டரில் எமிட்டர் பேஸ் மற்றும் கலெக்டர் என மூன்று முனைகள் உள்ளது. ஆனால் இணைப்பதற்கு நான்கு முனைகள் தேவைப்படுகின்றன. உள்ளீடு இணைப்பதற்கு இரண்டு முனைகளும் வெளியீடு இணைப்பதற்கு இரண்டு முனைகளுமாக நான்கு முனைகள் தேவைப்படுகின்றன. ஆனால் டிரான்சிஸ்டரில் மூன்று முனைகள் மட்டுமே உள்ளதால் ஒரு முனையானது இரண்டுக்கும். (உள்ளீடு, வெளியீடு) பொதுவானதாக அமைக்கப்பட வேண்டியுள்ளது. உள்ளீட்டில் ஒரு முனை பொதுவானதாகவும் மற்றொன்று மீதமுள்ள முனைகளில் ஏதாவது ஒன்றுடனும், வெளியீட்டிலும் அதே முனை பொதுவானதாகவும், மீதமுள்ள முனை மற்றொன்றாகவும் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

மூன்று வழிகளில் இணைக்கலாம்

i. பொது பேஸ் இணைப்பு முறை (Common Base)

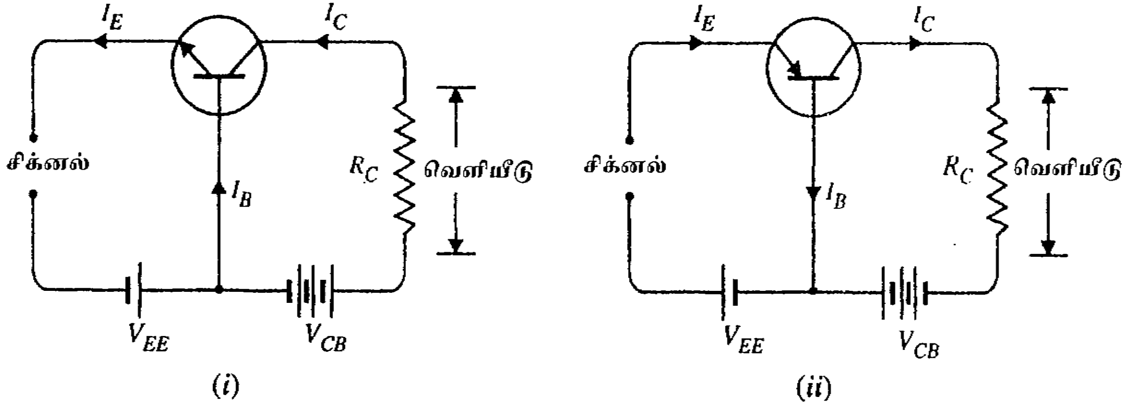
ii. பொது எமிட்டர் இணைப்பு முறை (Common Emitter)

iii. பொது கலெக்டர் இணைப்பு முறை (Common Collector)

ஒவ்வொரு இணைப்பு முறையும், அவற்றிற்குரிய அனுகூலங்களை கொண்டுள்ளது. ஆனால் எந்த இணைப்பு முறையாக இருந்தாலும், பொதுவாக டிரான்சிஸ்டரில் எமிட்டரானது முன்னோக்கு சார்பு நிலையிலும், கலெக்டரானது பின்னோக்கு சார்பு நிலையிலும் இணைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

பொது பேஸ் சுற்று (CB)

படம் 4.16ல் பொது பேஸ் சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது. உள்ளீடு சிக்னல், எமிட்டருக்கும் பேஸிற்கும் இடையே கொடுக்கப்படுகிறது. வெளியீடு சிக்னல் கலெக்டருக்கும் பேசிற்கும் இடையே எடுக்கப்படுகிறது. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்று முன்னோக்கு பயாஸை V_{EE} யும், பின்னோக்கு பயாஸை V_{CB} யும் டிரான்சிஸ்டருக்குக் கொடுக்கின்றன. எமிட்டர் மின்னோட்டம் அதிகமாக இருப்பதால் உள்ளீடு மின்தடை குறைவாக இருக்கும். கலெக்டர் மின்னோட்டம் I_C எமிட்டர் மின்னோட்டம் Ie விட குறைவாக இருப்பதால் இந்த சுற்றில் மின்னோட்ட லாபம் இல்லை. இந்த வகை பொது-பேஸ் சுற்று மிகவும் அரிதாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.



படம் 4.16

மின்னோட்ட பெருக்க காரணி (Amplification factor)

மின்னோட்ட பெருக்க காரணி என்பது வெளியீட்டு மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ளீட்டு மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும். பொது பேஸ் முறையில் உள்ளீட்டு மின்னோட்டம் எமிட்டர் மின்னோட்டமான I_E ஆகவும் வெளியீட்டு மின்னோட்டம் கலெக்டர் மின்னோட்டமான I_C ஆகவும் உள்ளது.

கலெக்டர் மின்னழுத்தம் V_{CB} மாறாத நிலைகளில் இருக்கும்போது (constant) கலெக்டர் மின்னோட்டத்தின் மாறுதலுக்கும், எமிட்டர் மின்னோட்டத்தின் மாறுதலுக்கும் இடையே உள்ள விகிதமே மின்னோட்ட பெருக்க காரணி எனப்படுகிறது.

ஆகவே மின்னோட்ட இலாபம் $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$ (V_{CB} மாறிலியாக)

மின்னோட்ட பெருக்க காரணி ஆனது ஒன்றுக்கு குறைவாகவே இருக்கும் என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகிறது.

கலெக்டர் மின்னோட்டத்தின் வரையறை

டிரான்சிஸ்டரின் எமிட்டர் மின்னோட்டம் முழுவதும் கலெக்டர் பகுதியை சென்று அடையாது. அதில் ஓர் ஏனென்றால் சிறு பகுதியானது பேஸில் ஏற்படும் எலக்ட்ரான் ஹோல்

பிணைப்பால் மிக குறைந்த பேஸ் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தும். மேலும் கலெக்டர் பேஸ் சந்தியானது பின்னோக்கு சார்பு நிலையில் இருப்பதால் சிறுபான்மை கடத்திகள் மூலமாக கசிவு மின்னோட்டம் ஏற்படும். எனவே மொத்த கலெக்டர் மின்னோட்டம் என்பது

i) கலெக்டர் பகுதியை வந்து சேரும் எமிட்டர் மின்னோட்டத்தின் ஓர் பகுதி i.e., αI_E

ii) கசிவு மின்னோட்டம் (Leakage current) ஆனால் இது மிகக் குறைவாக இருக்கும்

∴ மொத்த கலெக்டர் மின்னோட்டம் $I_C = I_E + I_{leakage}$

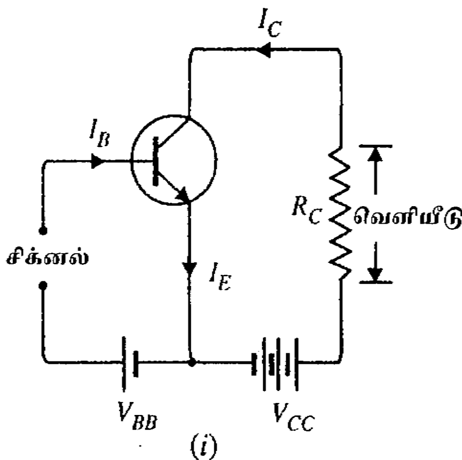
பொது பேஸ் சுற்றின் குணங்கள்

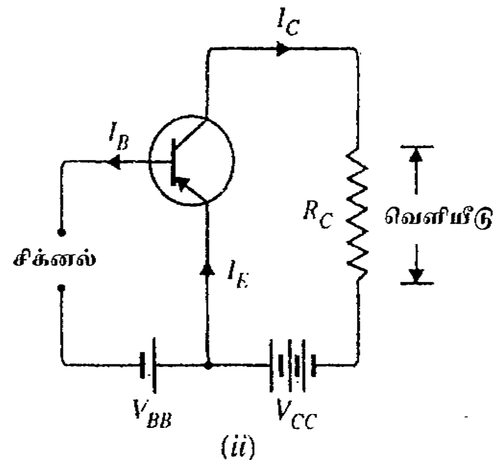
1. இதில் மின்னோட்ட லாபம் இல்லை.
2. மின்னழுத்த லாபம் மிகவும் அதிகம்.
3. உள்ளீடு மின் தடை குறைவு; வெளியீடு மின்தடை அதிகம்.
4. உள்ளீடு சிக்னலும், வெளியீடு சிக்னலும் ஒரே 'ஃபேஸ்' (Phase)ல் இருக்கும்.
5. குறைந்த இம்டெபின்ஸ் சுற்றையும், அதிக இம்பிடன்ஸ் சுற்றையும் மேட்ச் (match) செய்வது காமன் பேஸ் பெருக்கியின் முக்கிய உபயோகம் ஆகும்.

பொது எமிட்டர் (CE) சுற்று

உள்ளீடு சிக்னல் 'பேஸிற்கும் எமிட்டருக்கும் இடையில் கொடுக்கப்படுகிறது. எமிட்டர் பொது முனை. ஆகவே அது படம் 4-17ல் உள்ளது போல் தரையிடப்படுகிறது.

கலெக்டருக்கும், எமிட்டருக்கும் இடையில் வெளியீட்டு சிக்னல் எடுக்கப்படுகிறது. பொது எமிட்டர் (C_E) சுற்றில் நிகழும் பேஸ் மின்னோட்டம் I_b, எமிட்டர் மின்னோட்டத்தை விட மிகவும் குறைவாக இருக்கும். பொது எமிட்டர் சுற்றின் உள்ளீடு மின்தடை, பொது பேஸ் சுற்றில் உள்ள மின் தடையைக் காட்டிலும் மிகவும் அதிகமாக இருக்கும். பெருக்கியின் வெளியீடு மின் தடை அதிகமாக இருக்கும்.





படம் 4.17

பொது எமிட்டர் சுற்றில் கலெக்டர் மின்னோட்டம் Ic, பேஸ் மின்னோட்டம் I_bயை விட மிக அதிகமாக இருக்கும். ஆகவே மின்னோட்ட லாபமும் மின்னழுத்த லாபமும் அதிகமாக இருக்கும்.

பொது எமிட்டர் சுற்றுதான் பொதுவாகப் பெருக்கிச் சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அதற்குக் காரணம், இந்த சுற்றினால் தான் அதிக மின்னோட்ட லாபம், மின்னழுத்த லாபம் ஆகிய இரண்டும் கிடைக்கின்றன. பொது எமிட்டர் சுற்று உயர்ந்த 'பவர்' லாபத்தையும் (Power gain) கொடுக்கிறது.

பேஸ் மின்னோட்ட பெருக்க காரணி

பொது எமிட்டர் சுற்றில் உள்ளீட்டு மின்னோட்டம் I_B ஆகவும் வெளியீட்டு மின்னோட்டம் I_C ஆகவும் உள்ளது.

இதில் கலெக்டர் மின்னோட்டத்தின் மாறுதலுக்கும் (ΔI_C) பேஸ் மின்னோட்டத்தின் மாறுதலுக்கும் (ΔI_B) இடையே உள்ள விகிதமே பேஸ் மின்னோட்ட பெருக்க காரணி ஆகும்.

மின்னோட்ட இலாபம் $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$

அதாவது (ΔI_B) பொதுவாக அனைத்து டிரான்சிஸ்டர்களிலும் 5% எமிட்டர் மின்னோட்டமானது பேஸ் மின்னோட்டமாக பாயும். ஆகையால் β மதிப்பு பொதுவாக 20க்கும் அதிகமாக இருக்கும். அதன் மதிப்பு 20 to 500 வரையில் இருக்கும். இதன் மின்னோட்ட லாபமும் மின்னழுத்த லாபமும் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் இருப்பதால் பெரும்பாலான ஆடியோ பெருக்கி சுற்றுகளில் இந்த இணைப்பு முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

பொது பேஸ் அமைப்பின் மின்னோட்ட இலாபம் (α) மற்றும் பொது எமிட்டர் அமைப்பின் மின்னோட்ட இலாபம் (β) ஆகிய இவற்றின் இடையே உள்ள தொடர்பானது கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

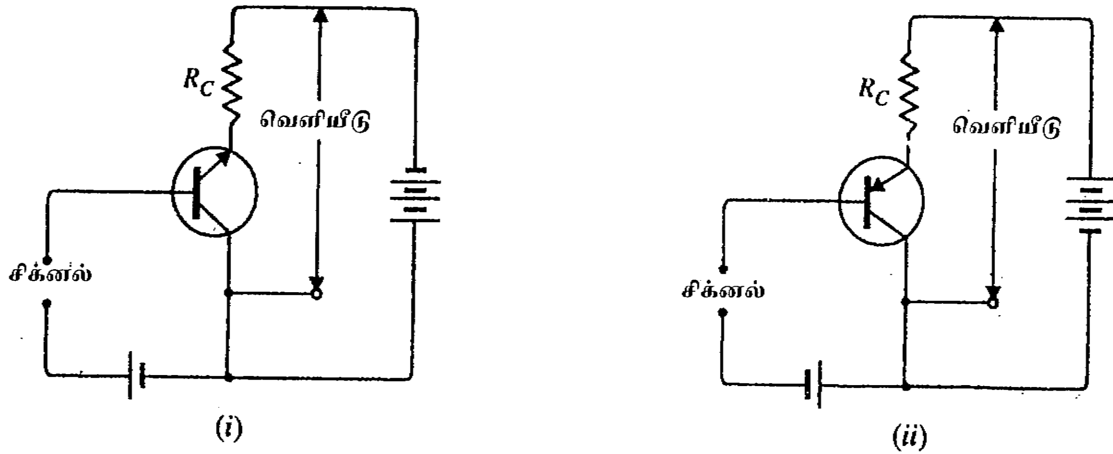
$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ அல்லது $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$

பொது எமிட்டர் சுற்றின் குணநலன்கள்

1. இது அதிக மின்னோட்ட மற்றும் மின்னழுத்த லாபத்தைக் கொடுக்கிறது.
2. உள்ளீடு மின்தடை CB சுற்றை விட அதிகம்
3. உள்ளீடு மின்னழுத்தமும், வெளியீடு மின்னழுத்தமும் 180°அவுட் ஆப் ஃபேஸ் (out of phase)-ல் இருக்கும்.
4. திரும்பும் கசிவு (Reverse leakage) மின்னோட்டத்தின் பெருக்கம் காரணமாக ஏற்படுகின்ற அழிவைத் தடுக்க பயாஸ் நிலைத் தன்மை வேண்டும்.

பொது கலெக்டர் (CC) சுற்று

இந்தச் சுற்றில் உள்ளீடு சிக்னல் பேஸிற்கும், கலெக்டருக்கும் இடையில் கொடுக்கப்படுகிறது. வெளியீடு சிக்னல் எமிட்டருக்கும் கலெக்டருக்கும் இடையிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. ஆகவே இதில் கலெக்டர் பொது எலக்ட்ரோடு ஆகும். ஆகவே கலெக்டர் தரையிடப்படுகிறது. எமிட்டர் சுற்றில் உள்ள 'பை - பாஸ்' செய்யப்படாத மின்தடையின் (R_L)100% பீடு பேக் (feed back), பேஸின் உள்ளீடு சுற்றில் கொடுக்கப்படுவதால், இதில் மின்னழுத்த லாபம் இல்லை. இந்த சுற்றில் உள்ளீடு இம்பிடென்ஸ் அதிகமாகவும், வெளியீடு இம்பிடென்ஸ் குறைவாகவும் இருக்கும். ஆகவே இது ஒரு உபயோகமுள்ள இம்பிடென்ஸ் மேட்ச்சிங் (Matching) சுற்று ஆகும். பொது கலெக்டர் சுற்றின் படத்தை 4.18ல் காணலாம்.



படம் 4.18

பொது கலெக்டர் சுற்றை 'எமிட்டர் ஃபாலோயர்' (follower) சுற்று என்றும் கூறலாம். இரண்டு எமிட்டர் ஃபாலோயர் சுற்றுகள் கேஸ்கேடில் (cascaded) இணைக்கப்பட்டு, ஒரு பெட்டியில் வைக்கப்படும் போது, இதை ஒரு டார்லிங்டன் ஜோடி (Darlington pair) என்கிறோம். ஒரு நிலை கொடுக்கும் மின்னோட்ட லாபத்தை விட இது அதிக மின்னோட்ட லாபத்தைக் கொடுக்கிறது.

மின்னோட்ட பெருக்க காரணி

பொது கலெக்டர் சுற்றில் உள்ளீட்டு மின்னோட்டமாக (I_E) பேஸ் மின்னோட்டமும் (I_B) வெளியீட்டு மின்னோட்டமாக எமிட்டர் மின்னோட்டம் (I_E) உள்ளது. ஆகவே இச்சுற்றில் மின்னோட்ட பெருக்கம் என்பது. எமிட்டர் மின்னோட்டத்தின் மாற்றத்திற்கும் (ΔI_E) பேஸ் மின்னோட்டத்தின் மாற்றத்திற்கும் (ΔI_B) உள்ள விகிதமே ஆகும்.

$$\gamma = \frac{\Delta I_E}{\Delta I_B}$$

இதன் மின்னோட்ட லாபம் பொது எமிட்டர் சுற்றில் கிடைக்கும் மின்னோட்ட லாபத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். அதாவது ($\Delta I_E \simeq \Delta I_C$) இருந்த போதும் இதன் மின்னழுத்த லாபம் 1 க்கு குறைவாக இருக்கும்.

பொது கலெக்டர் (CC) சுற்றின் குணநலன்கள்

1. மின்னழுத்த லாபம் ஒன்றை விடக் குறைவு. ஆனால் மின்னோட்ட லாபம் அதிகம்.
2. வெளியீட்டிலிருந்து உள்ளீட்டுக்கு 100 சதவீதம் ஃபீடு பேக் உள்ளது.
3. உள்ளீடு இம்பிடென்ஸ் அதிகமாகவும் வெளியீடு இம்பிடென்ஸ் குறைவாகவும் உள்ளது.
4. வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தில் ஃபேஸ் மாற்றம் (Phase reversal) இல்லை.

டிரான்சிஸ்டர் இணைப்புகளின் ஒப்பீடுகள்

எண்	குணங்கள்	பொது பேஸ்	பொது எமிட்டர்	பொது. கலெக்டர்
1.	உள்ளீட்டு மின்தடை	குறைவு	குறைவு	மிக அதிகம்
2.	வெளியீட்டு மின்தடை	மிக அதிகம்	அதிகம்	குறைவு
3.	மின்னழுத்த லாபம்	சுமார் 150	500	1க்கும் குறைவானது
4.	பயன்கள்	உயர் அலைவு பயன்பாடுகளில்	ஒலி அலை விரிவாக்கிகளில்	இம்பிடக்ஸ் இணைப்புகளில்

பெருக்கிகள் (Amplifiers)

ஒரு நிலை டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கி (Single Stage Transistor Amplifier)

அறிமுகம்

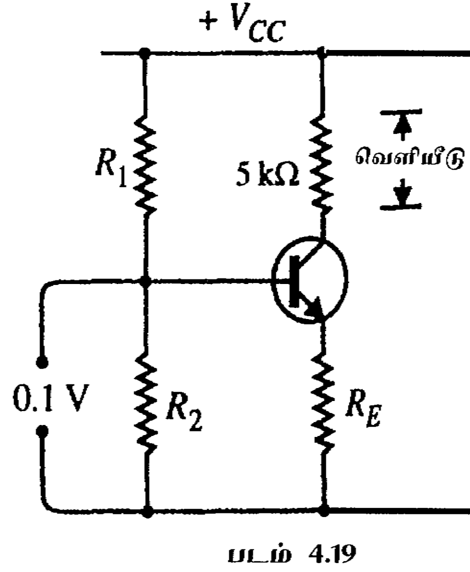
பொதுவாக பெரும்பாலான மின்னியல் மற்றும் மின்னணுவியல் சாதனங்களில் பல நிலைகளைக் கொண்ட விரிவாக்கி சுற்றுகள் தான் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பல நிலை விரிவாக்கி சுற்றுகளின் செயல்பாடுகளை அறிந்து கொள்ள முதலில் ஒரு நிலை டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கியின் செயல்பாட்டை நன்கு அறிந்து கொள்ளுவது நல்லது.

ஒரு நிலை டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கி

ஒரே ஒரு டிரான்சிஸ்டர் மட்டும் பயன்படுத்தி வலிமை குறைந்த அலையை பெருக்கம் செய்ய பயன்படுத்தும்சுற்றுக்கு ஒரு நிலை டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கிச்சுற்று என்று பெயர்.

இந்த சுற்றானது, ஒரு டிரான்சிஸ்டரோடு இணைப்பு சுற்று மற்றும் துணை சாதனங்களான மின்தடை மற்றும் மின்தேக்கிகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டிருக்கும்.

படம் ஒரு-நிலை டிரான்சிஸ்டர் சுற்றைக் காட்டுகிறது. வலிமை குறைந்த ac சிக்னலானது டிரான்சிஸ்டரில் தரப்படும்போது ஒரு சிறிய அளவு பேஸ் மின்னோட்டம் (ac மின்னோட்டம்) பாய ஆரம்பிக்கும். இந்நிலையில் டிரான்சிஸ்டர் செயல்பாட்டினால் அதிக அளவு (β எண்ணிக்கையிலான பேஸ் மின்னோட்டம்) a.c மின்னோட்டம் கலெக்டர் சுற்றில் உள்ள லோடு ரெசிஸ்டர் R_c வழியாக பாயும். R_c யின் மதிப்பு அதிகமாக (4 - 10K) இருப்பதால் அதில் அதிக மின்னழுத்தம் உண்டாகும். அந்த மின்னழுத்தமே விரிவாக்கம் செய்யபட்ட அல்லது பெருக்கப்பட்ட சிக்னலாகும்.



படம் 4.19

அதாவது பேஸ் சுற்றில் தரப்பட்ட வலிமை குறைந்த சிக்னலானது பெருக்கம் செய்யப்பட்ட சிக்னலாக கலெக்டர் சுற்றில் கிடைக்கிறது. இவ்வாறு டிரான்சிஸ்டரானது பெருக்கிகளாக செயல்படுகிறது.

ஒரு நிலை டிரான்சிஸ்டர் விரிவாக்கியின் செயல்பாட்டை படம் 4.19 மிகத் தெளிவாக விளக்குகிறது. உள்ளீட்டு சிக்னல் மின்னழுத்தமான 0.1V ல் ஏற்படும் சிறிய மாறுதல் கலெக்டர் 2. mA மின்னோட்ட மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் இந்நிலையில் 0.1V அளவு கொண்ட சிக்னல் பேசிற்கு தரப்பட்டால் அது வெளியீட்டு மின்னழுத்தமான (2MA x 5 KΩ) = 10v அளவினைத் தரும். இப்படியாக டிரான்சிஸ்டரானது சிக்னலின் மின்னழுத்தத்தினை 0.1V-ல் இருந்து 10V அதிகரிக்கிறது. (அதாவது இந்நிலை லாபம் 100 ஆகும்)

பலநிலை பெருக்கிகள் (Multistage Transistor Amplifier)

அறிமுகம்

பொதுவாக ஒரு நிலை பெருக்கியால் வெளியீட்டு சாதனத்தை சிறப்பாக செயல்பட வைக்கத் தேவையான அளவு பெருக்கத்தை தர முடியாது. அதாவது ஒருநிலை பெருக்கியால் அதிக லாபத்தை தர முடியாது. ஆகையால் இருநிலை மற்றும் மூன்று நிலை பெருக்கிகளின் தேவை அவசியமாகிறது. இதை நிறைவேற்ற ஒவ்வொரு பெருக்கியின் வெளியீடும் அடுத்த பெருக்கியின் உள்ளீட்டோடு இணைக்கப்படும். இந்த இணைப்பு முறைதான் பல நிலை இணைப்பு முறை எனப்படுகிறது. பொதுவாக அனைத்து மின் மற்றும் மின்னணு சாதனங்களிலும் (வானொலி, தொலைக்காட்சி, ஆடியோ சிஸ்டம், செல் போன்) பலநிலை பெருக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே இப்பாடப்பகுதியில் குறிப்பிட்ட சில வகை பலநிலை பெருக்கிகளைப் பற்றி பார்போம்.

பலநிலை பெருக்கிகள்

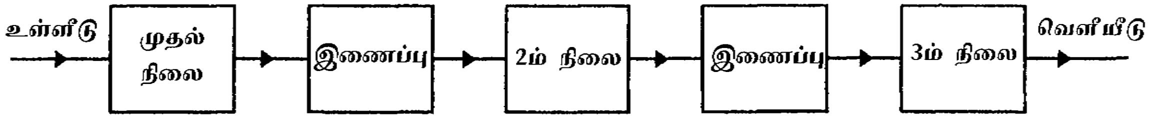
ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட பெருக்கி நிலைகளை கொண்ட டிரான்சிஸ்டர் சுற்றுக்கு பல நிலை பெருக்கிச் சுற்று என்று பெயர்.

பல நிலை பெருக்கியில் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலுள்ள ஒருநிலை பெருக்கிகள் தகுந்த முறையில் இணைக்கப்பட வேண்டும். அதாவது முதல் நிலை பெருக்கியின் வெளியீடானது தகுந்த இணைப்பு சாதனத்தின் மூலம் அடுத்த நிலை பெருக்கிக்கு உள்ளீடாக தரப்பட வேண்டும். அவ்வாறு இணைப்பிற்காக பயன்படுத்தும் சாதனம் மின்தேக்கி, மின்மாற்றி போன்றவையாக இருக்கலாம். இவற்றின் நோக்கம்.

i. ஒருநிலை a.c வெளியீட்டை அடுத்த நிலையின் உள்ளீட்டிற்கு மாற்றுதல்.

ii. ஓர் நிலையில் d.c செயல்பாடுகளை அடுத்த நிலைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படாமல் தவிர்த்தல்.

படம் 4.20 ஆனது 3 நிலை பெருக்கியின் கட்டப்படத்தைக் காட்டுகிறது. ஒவ்வொரு நிலையும் ஒரு டிரான்சிஸ்டர் மற்றும் அதனைச் சார்ந்த சுற்றுகளைக் கொண்டதாகவும், ஒரு நிலை மற்றொரு நிலையோடு தகுந்த இணைப்பு சாதனத்தோடும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு உருவாக்கப்படும் பல நிலை பெருக்கிகள் அதில் பயன்படுத்தப்படும் இணைப்பு சாதனத்தை கொண்டு பெயரிடப்படுகிறது.



படம் 4.20

4.2. பெருக்கிகளின் இணைப்பு

இணைப்பு வகைகள்	பலநிலை பெருக்கியின் பெயர்
i) Rc இணைப்பு	R.C இணைப்பு பெருக்கி
ii) டிரான்ஸ்பார்மர் இணைப்பு	டிரான்ஸ்டார் இணைப்பு பெருக்கி
iii) நேரடி இணைப்பு	நேரடி இணைப்பு பெருக்கி

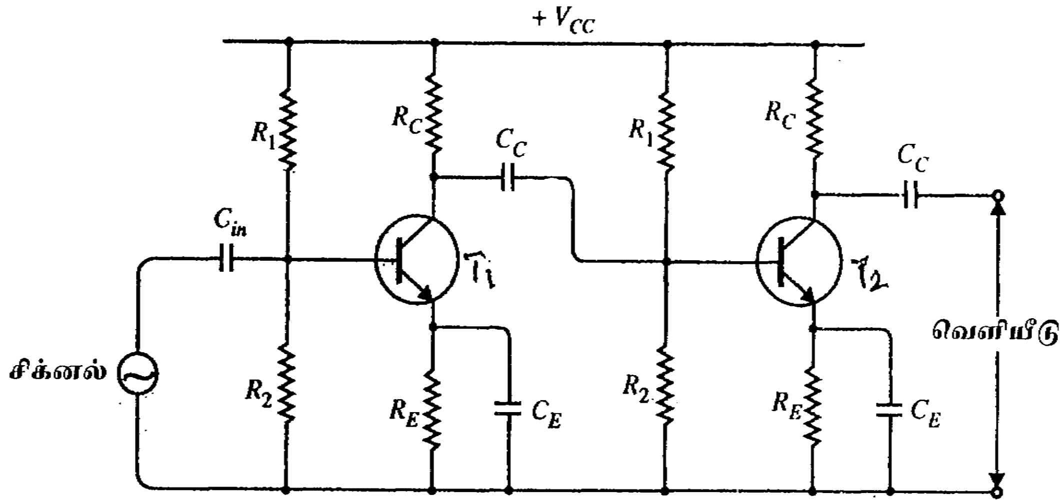
மேற்கூறிய இணைப்பு முறைகளை பற்றிப் பார்ப்போம்.

RC இணைப்பு முறையில் கெப்பாசிட்டர் (Cc) இணைப்பு சாதனமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. கெப்பாசிட்டரானது ஒரு சுற்றின் வெளியீட்டில் உள்ள சிக்னலை அடுத்த சுற்றின் உள்ளீட்டிற்கு தருவதோடு d.c பயாஸ் மின்னழுத்தத்தை தடுத்தும் விடுகிறது.

ii. டிரான்ஸ்பார்மர் இணைப்பு முறையில் டிரான்ஸ்பார்மர் இணைப்பு சாதனமாக பயன்படுகிறது. டிரான்ஸ்பார்மரானது a.c சிக்னலை அடுத்த நிலைக்கு தருவதும் dc பயாஸ் மின்னழுத்தத்தை தடுப்பதோடு இம்பிடன்ஸ் மேட்சிங் செய்யவும் உதவுகிறது.

RC இணைப்பு பெருக்கி

இது மிகவும் பிரசித்த பெற்ற இணைப்பு வகையாகும். ஏனென்றால் எளிமையான சுற்றாகவும், குறைவான செலவிலும் அதே சமயம் சிறப்பாக ஒலி அலையை முழுமையாக பெருக்குவதிலும் பரந்த அலைவு மதிப்பு (Wide range of frequency) கொண்டதாகவும் உள்ளது. இது பெரும்பாலும் மின்னழுத்தப் பெருக்கத்தில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. படம் 4.21 இருநிலை RC இணைப்பு பெருக்கியை காட்டுகிறது.



படம் 4.21

இணைப்பு மின்தேக்கி CC ஆனது, முதல் நிலையின் வெளியீடு இரண்டாம் நிலையின் உள்ளீட்டில் அதாவது இரண்டாவது டிரான்சிஸ்டரின் பேஸில் இணைக்கிறது. ஒரு நிலையின் வெளியீடானது அடுத்த நிலையின் உள்ளீட்டில் மின்தேக்கி மூலமும், அதற்கு பக்க இணைப்பிற்கு மின்தடையையும் (Shunt resistor) கொண்டு சுற்று உருவாக்கப்பட்டால், அவ்வகை பெருக்கி சுற்று மின்தடை (R)- மின்தேக்கி (C) இணைப்பு பெருக்கி என (Rc coupled) அழைக்கப்படுகிறது.

மின்தடைகள் R_1, R_2, R_E ஆகியவை பயாசிங் மற்றும் நிலையான மின்னழுத்தத்தைத் தர பயன்படுகிறது. எமிட்டர் பைபாஸ் மின்தேக்கியானது சிக்னலுக்கு குறைந்த ரியாக்டன்ஸை ஏற்படுத்தி தருகிறது. இது இல்லையென்றால் ஒவ்வொரு நிலையில் கிடைக்கும் மின்னழுத்த லாபம் குறையும். இணைப்பு மின்தேக்கி Cc ஆனது ac சிக்னலை அனுமதித்து dc யை தடுத்து விடுகிறது.

சுற்றின் செயல்பாடு:

ac சிக்னலானது டிரான்சிஸ்டர் T_1 ன் பேசில் தரப்பட்டால் அவை பெருக்கப்பட்ட சிக்னலாக கலெக்டரில் உள்ள லோடு ரெசிஸ்டரான Rc-ல் கிடைக்கும். இவ்வாறு பெருக்கப்பட்ட சிக்னலை இணைப்பு மின்தேக்கி Cc மூலமாக இரண்டாவது டிரான்சிஸ்டர் T2 வின் பேஸிற்கு தரப்படுகிறது. பெறப்பட்ட சிக்னலை இரண்டாம் நிலை மேலும் பெருக்குகிறது. இவ்வாறு ஒன்றை அடுத்து மற்றொன்று ஆக, இருநிலைகளில் சிக்னாலானது பெருக்கப்படுவதன் மூலம் அதன்லாபம் அதிகரிக்கப்படுகிறது.

ஒட்டு மொத்த லாபம் ஆனது, ஒவ்வொரு நிலை லாபத்தின் பெருக்கல் பலனைவிட குறைவானதாகும். ஏனென்றால் முதல் நிலையை அடுத்து இரண்டாம் நிலை தொடர்வதால் முதல் நிலை லோடு ரெசிஸ்டன்ஸ் பலன், பக்க இணைப்பாக உள்ள உள்ளீடு மின்தடையால் குறைக்கப்படுகிறது. இதுவே அந்த நிலையின் லாபத்தை குறைந்துவிடுகிறது. உதாரணமாக 3 நிலை பெருக்கியில் முதல் இரண்டு நிலைகளின் லாபம் அடுத்த நிலை லோடிங் பாதிப்பின் காரணமாக குறைக்கப்படுகிறது. ஆனால் மூன்றாவது நிலையில் அடுத்த நிலைக்கு இணைப்பு இல்லை என்பதால் லோடிங் பாதிப்பு ஏற்படுவதில்லை. இதனால் இதன் லாபம் குறைவதில்லை ஆக ஒட்டு மொத்த வெளியீட்டு மதிப்பு மூன்று நிலை வெளியீட்டு மதிப்பின் பெருக்கல் பலனாகும்.

அனுகூலங்கள்

i. சிறப்பான அலைவைத் (frequency response) தரக்கூடியது. ஒலி அளவைப் பொறுத்தவலன்ன் நிலையான வெளியீட்டைத் தரக்கூடியது.

ii. இச்சுற்றை மிகக்குறைந்த செலவில் ஏற்படுத்தலாம். ஏனென்றால் மின்தடை மற்றும் மின்தேக்கிகள் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

iii. சுற்று மிகச் சிறியதாகவும், எடை குறைவானதாகவும் கொண்டிருக்கும்.

பிரதிகூலங்கள்:

i. Rc. இணைப்பு பெருக்கி, குறைந்த மின்னழுத்தம் மற்றும் குறைந்த இலாப மதிப்பை கொண்டது.

ii. காலப்போக்கில் இச்சுற்றில் இரைச்சல் பாதிப்பு ஏற்படும்.

iii. இம்பிடன்ஸ் மேட்சிங் சிறப்பாக இருக்காது.

பயன்கள்:

மின்னழுத்த பெருக்கிகளாக பயன்படுத்தப்படும்.

R.C. இணைப்புப் பெருக்கிகளினால் ஏற்படும் நன்மைகள்

1. இதில் பயன்படுத்தப்படும் மின்தடை மற்றும் மின்தேக்கி போன்றவை மிகவும் விலை மலிவானவை. ஆகவே இதன் விலையும் மிகவும் குறைவு.
2. சுற்றில் மிகச் சிறிய இடத்தையே அடைக்கும்.
3. இது மிகவும் அதிகமான அதிர்வெண்களுக்கு ஒரே மாதிரியான மின்னழுத்தப் பெருக்கத்தைக் கொடுக்கின்றன.
4. இதில் காயிலோ, மின்மாற்றிகளோ பயன்படுத்தப்படவில்லை. ஆகவே 'நான் லீனியர் டிஸ்டார்ஷன்' (Non linear distortion) மிகவும் குறைவாக இருக்கும்.

தீமைகள்

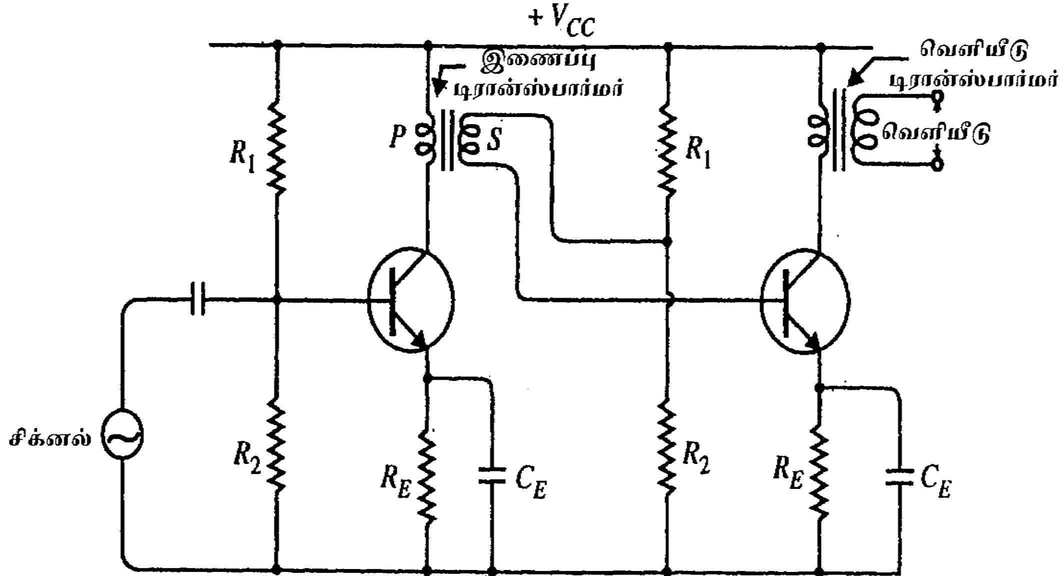
1. R.C. இணைப்பு பெருக்கிகளின் இலாபம், மற்ற பெருக்கிகளோடு ஒப்பிடப்படும் போது, குறைவு.

2. வெளியீட்டு இம்பிடன்ஸ் மிகவும் அதிகம், ஆகவே இம்பிடன்ஸ் மேட்ச்சிங் திருப்திகரமாக அமைவது இல்லை.

மின்மாற்றி இணைப்பு (Transformer coupling)

இந்த முறை இணைப்பில் ஒரு மின்மாற்றி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த மின்மாற்றி, முதல்நிலையின் வெளியீட்டு ஏ.சி. மின்னழுத்தத்தை இரண்டாவது நிலைக்கு உள்ளீடாக தருகிறது. பிரதமச் சுருளில் உண்டாகிற ஏ.சி. மின்னழுத்தம் அதே போன்ற மின்னழுத்தத்தைத் துணைச்சுருளில் தூண்டுகிறது. துணைச்சுருளில் தூண்டப்படுகின்ற மின்னழுத்தம் அடுத்த நிலையில் உள்ள T_2-ன் 'பேஸ்' இல் கொடுக்கப்படுகிறது. மின்மாற்றி ஸ்டெப் அப் (Step up) ஆக இருந்தால், இந்த நிலையின் மின்னழுத்தப் பெருக்கம் டிரான்சிஸ்டரின் மின்னழுத்தப் பெருக்கத்தைவிட அதிகமாகிவிடும். இரண்டு நிலைகளுக்கு இடையே பயன்படுத்தப்படும் மின்மாற்றி இரண்டு நிலைகளையும் பிரிக்கிறது. அதாவது ஒருநிலையின் டி.சி. கலெக்டர் மின் அழுத்தமானது அடுத்த நிலையின் 'பேஸ்'க்கு செல்லாமல் தடுக்கிறது. இங்கு இணைப்பு மின்தேக்கி பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

ஒரு மின்மாற்றி இணைப்பு பெருக்கி படம் 4.22ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4.22

மின்மாற்றி TR_1 இரண்டு நிலைகளை இணைக்கும் மின்மாற்றியாகும். மின்மாற்றி TR_2 வெளியீட்டு மின்மற்றியாகும். TR_2 பெருக்கியின் வெளியீட்டு இம்பிடென்சையும் 'லோடி'ன் (ஒருபெருக்கி அல்லது வேறு ஏதோ ஒரு சாதனம்) இம்பிடென்சையும் சரியான முறையில் 'மேட்ச்' செய்கிறது. இந்த இரண்டு டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கி நிலைகள் T1 மற்றும் T2 பொது எமிட்டர் பெருக்கிகள் ஆகும். இவற்றில் NPN டிரான்சிஸ்டர்கள் உபயோகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை சரியான முறையில் பயாஸ் செய்யப்பட்டு நிலைத் தன்மை கொண்டவையாக இருக்கும். மின் தடைகள் R_1, R_2 மற்றும் R_3, R_4 ஆகியவை டிரான்சிஸ்டர் T_1 மற்றும் T_2க்குத் தேவையான பேஸ் பயாஸ் கொடுக்கின்றன. மின்மாற்றி இணைப்பு பவர் பெருக்கத்தில் பயன்படுகின்றன.

அனுகூலங்கள்

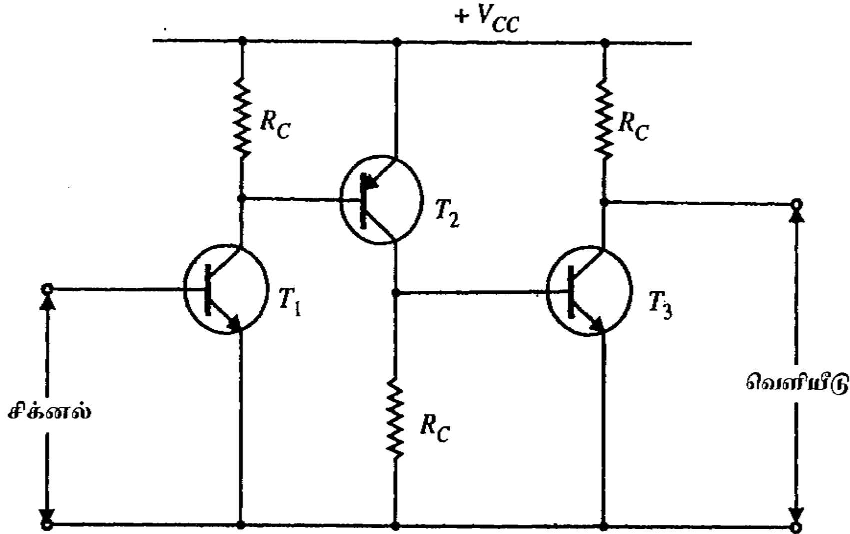
1. இம்பிடன்ஸ் மேட்ச்சிங் மிகச் சிறந்த முறையில் செய்யப்படுகிறது.
2. 'ஸ்டெப் அப்' விகிதம் காரணமாக இலாபம் அதிகமாக இருக்கும்.

பிரதிகூலங்கள்

1. அதிர்வெண் ரெஸ்பான்ஸ் (Response) குறைவு.
2. இணைப்பு மின்மாற்றிகள் அளவில் பெரியதாகவும் அதிக விலையுள்ளதாகவும் உள்ளன.
3. உயர்அதிர்வெண் சிக்னல்கள் பெருக்கப்படும் அளவிற்குக் குறைந்த அதிர்வெண் சிக்னல்கள் பெருக்கப்படுவதில்லை.

நேர் இணைப்பு (Direct Coupling)

சில நேரங்களில் 'லோடை' நேரடியாக வெளியீட்டுச் சுற்றில் பயன்படுத்தப்படும் செயலாற்றும் உறுப்புகளுடன் இணைக்க வேண்டி உள்ளது. இவ்வாறு செய்வதை நேர் இணைப்பு என்று கூறுகிறோம். படம் 4.23ல் ஓர் நேர் இணைப்பு பெருக்கியின் சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4.23

முதல் டிரான்சிஸ்டரின் (T_1 -ன்) கலெக்டர் (வெளியீடு) அடுத்த டிரான்சிஸ்டர் T_2-வின் 'பேஸ்' உடன் (உள்ளீடு) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இரண்டு டிரான்சிஸ்டர்களும் சரியான முறையில் பயாஸ் செய்யப்பட வேண்டும்.

மின்தேக்கியோ, இன்டக்டரோ அல்லது அதிர்வெண்ணுக்கு அதிக உணர்வுள்ள மின்னணு சாதனம். இவ்வகைச் சுற்றில் பயன்படுத்தக்கூடாது என்பது ஒரு முக்கிய நோக்கமாக இருக்கவேண்டும். ஆகவே நேர் இணைப்புப் பெருக்கிகள், ஒரே மாதிரியான மின்னழுத்த அல்லது மின்னோட்ட இலாபத்தை அதிகப்படியான அதிர்வெண்களில் கொடுக்கின்றன. போட்டோ (Photo) மின்சுற்றுகளிலும், 'தெர்மோ - கப்புல் (Thermo-couple) சுற்றுகளிலும், டி.சி. பெருக்கத்திற்கு நேர் இணைப்புப் பெருக்கிகள் உபயோகமாகின்றன.

நேர் இணைப்பு பெருக்கிகளின் சில பயன்கள்

1. பவர் சப்ளைகளில் பயன்படும் ரெகுலேட்டர் சுற்றுகள்.
2. துடிப்புப் பெருக்கிகள் (pulse amplifier).
3. கம்ப்யூட்டர் சுற்றுகள்.
4. மின்னணுச் சாதனங்கள்.
5. போட்டோ மின் சுற்றுகள்.
6. தெர்மோ - கப்புள் சுற்றுகள்.
7. டி. சி. ரிலே சுற்றுகள்.

நேர் இணைப்புப் பெருக்கியின் அனுகூலங்கள்

1. குறைந்த அளவு, மின்தடை மற்றும் மின்தேக்கிகள், போன்ற உறுப்புகள் பயன்படுத்தப் படுவதால் இந்தச் சுற்றின் அமைப்பு மிகவும் எளிதாக உள்ளது.
2. மிகவும் மலிவானது.
3. நேர் மின்னோட்டம் மற்றும் குறைந்த அதிர்வெண் சிக்னல்களையும் பெருக்கக்கூடிய திறன் வாய்ந்தது.

பிரதிகூலங்கள்

1. உஷ்ணநிலையில் ஸ்திரத்தன்மை குறைவு.
2. நேர் இணைப்பின் காரணமாக டி.சி. சப்ளை மின்னழுத்தத்தின் மாறுதல்களும் பெருக்கப்படுகின்றன.

இணைப்பு முறைகளை ஒப்பிடுதல்

குறிப்புகள்	R. C. இணைப்பு	மின்மாற்றி	நேர் இணைப்பு
அதிர்வெண்	மிகவும் சிறந்தது	சரியில்லை	சிறந்தது
இம்பிடென்ஸ் மேட்ச்சிங்	சிறந்தது இல்லை	மிகவும் சிறந்தது	சிறந்தது
விலை	குறைவு	அதிகம்	மிகக் குறைவு
இடம்	குறைந்த இடம் தேவை	அதிகம் இடம் தேவை	மிகக் குறைந்த இடம் தேவை
பயன்	மின்னழுத்த பெருக்கத்திற்கு	பவர் பெருக்கத்திற்கு	டி.சி. பெருக்கத்திற்கு
உபயோகிக்கப் படும் இடம்	பலநிலைப் பெருக்கிகளில் முதல் நிலையில்	இறுதி வெளியீட்டு நிலையில்	தெர்மோகாப்புள் போட்டோ மின்சுற்று, மின்னணுச் சாதனங்களில்

4.3. மின்னழுத்த மற்றும் பவர் பெருக்கிகள் (Voltage and Power Amplifiers)

பொதுக் கூட்டங்களில் பயன்படுத்தப்படும் ஒலி பெருக்கத்தை ஓர் எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்வோம். ஒருவர் பேசுவதையோ, பாடுவதையோ ஒரு பெரிய கூட்டத்திலுள்ள மக்கள் தெளிவாகவும், அதிக ஒலியுடனும் கேட்க இயலுகிறது. இது எப்படி சாத்தியம் ஆகிறது? பாடுபவரின் குரல் பெருக்கப்பட்டு ஒலிப்பெட்டி வழியாக வெளியிடப்படுகிறது. முதலில் பாடுபவரின் குரல் ஒலிவாங்கியின் மூலம் மாறு மின்னோட்டமாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த மின்னோட்ட அல்லது மின்னழுத்த மாற்றங்களை ஏ.சி. சிக்னல்கள் என்று கூறுகிறோம். இந்த ஏ.சி. சிக்னல் மிகவும் மெலிந்த சிக்னல்கள் (Weak signal) ஆகும். இதன் மதிப்பு சுமார் 10 மில்லி வோல்ட்டாக இருக்கும். அதிக 'வாட்' திறமை கொண்ட ஒலிபெருக்கியை இயக்கத் தேவையான சக்தியைக் கொடுக்க ஒரு பவர் பெருக்கி பயன்படுத்தப்படுகிறது. பவர் பெருக்கியின் வெளியீட்டில் அதிகமான பவர் கிடைக்க, அதன் உள்ளீட்டு சமிக்ஞை மின்னழுத்தம் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். அதன் மதிப்பு சுமார் 2 வோல்ட் முதல் 4 வோல்ட்கள் வரை இருக்க வேண்டும். ஒலி வாங்கியிலிருந்து கிடைக்கும் மெலிந்த சிக்னலைத் தேவையான அளவிற்கு உயர்த்த இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட மின் அழுத்தப் பெருக்கிகள் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக ஒலி வாங்கியிலிருந்து பெறப்படும் மாறு மின்னோட்ட சிக்னலின் மதிப்பு 10 மில்லிவோல்ட் எனக் கொள்ளலாம். இதை இரண்டு அல்லது மூன்று மின்னழுத்தப் பெருக்கிகளைப் பயன்படுத்தி 4 வோல்ட் ஏ. சி. சிக்னலாக மாற்ற வேண்டும்.

பொதுக் கூட்டங்களில் உபயோகப்படுத்தப்படும் முறையிலும், வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகள் போன்ற சாதனங்களிலும் ஒலி சிறந்த முறையில் கிடைக்க, பல பெருக்கி நிலைகள் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. இவற்றில் கடைசி பெருக்கி நிலை தவிர, மற்றவை மின்னழுத்தப் பெருக்கிகளே. அதிகப்படியான சக்தியை கொடுப்பதற்காக கடைசி ஒன்றுமட்டும் பவர் பெருக்கியாகும். ஆகவே பெருக்கிகள், மின்னழுத்தப் பெருக்கிகள் என்றும் பவர் பெருக்கிகள் என்றும் இருவகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

மின்னழுத்தப் பெருக்கிகள்

அதிக மின்னழுத்தத்தை பெறவேண்டும் என்பதற்காக வடிவமைக்கப்படும் பெருக்கிகளை மின்னழுத்தப் பெருக்கிகள் என்கிறோம். தேவையான அளவு இலாபம் கிடைக்க இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட பெருக்கி நிலைகள் அமைக்கப்பட வேண்டும். முதல் நிலையின் வெளியீடு அடுத்த நிலையின் உள்ளீடாய் அமையும். இவ்வாறு பெருக்கி நிலைகள் இணைப்பிற்கு "கேஸ்கேட்" (Cascade) பெருக்கிகள் என்று கூறுகிறோம். மின்னழுத்தப் பெருக்கிகள் "ப்ரி- ஆம்ப்ளிபயர்கள் (Pre-amplifiers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

கேஸ்கேட் பெருக்கியின் குணங்கள், முதல் நிலையையும் இரண்டாவது நிலையையும் இணைக்கும் முறையைப் பொருத்து அமையும். இவற்றில் கீழ்க்கண்ட முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

1. R.C. இணைப்பு
2. இம்பிடென்ஸ் இணைப்பு
3. மின்மாற்றி இணைப்பு
4. நேர் இணைப்பு

மின்னழுத்தப் பெருக்கிச் சுற்றுகள் சாதாரணமாக கிளாஸ் - Aபெருக்கி வகையைச் சார்ந்தவை. பெருக்கி நிலைகளை இணைக்கும் முறைகளைப் பற்றிக் காண்போம்.

மின்னழுத்த இலாபம் (Av)

மின்னழுத்த இலாபத்தைக் கணக்கிட கீழ்கண்ட சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

$$Av = \frac{\text{வெளியீட்டு ஏ.சி. சிக்னல் மின்னழுத்தம்}}{\text{உள்ளீடு ஏ.சி. சிக்னல் மின்னழுத்தம்}}$$

ஏ. சி. சிக்னல் மின்னழுத்த இலாபத்தைக் கணக்கிட AC மின்னோட்டம், மின்னழுத்தத்தை மட்டுமே எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இலாபத்தைக் கணக்கிட உள்ளீட்டையும் வெளியீட்டையும் ஒப்பிடும் போது இரண்டிற்கும் ஒரே அலகைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு: ஒரு சுற்றில், கலெக்டரின் உச்ச மின்னழுத்தம் 8 வோல்ட்கள். உச்ச பேஸ் மின்னழுத்தம் 100 மில்லி வோல்ட் இலாபத்தைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

$$Av = \frac{8V}{100mV} = 80$$

மின்னழுத்த இலாபம் Av = 80

காமன் எமிட்டர் சுற்றுகளில் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள மற்றுமொரு சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

மின்னழுத்த இலாபம் $Av = \frac{\beta X R_L}{Rin}$

R_L = கலெக்டர் லோடு

R in = பேஸ், எமிட்டர் சந்திப்பின் ac மின்தடை.

$\beta = \frac{I_c}{I_b}$

பவர் பெருக்கிகள்

அதிக பவர் இலாபத்திற்காக வடிவமைக்கப்படும் பெருக்கிகளை பவர் பெருக்கிகள் என்கிறோம். மின்னோட்டத்தால் செயல்படுகின்ற 'லோடை' ஐ இயக்கத் தேவையான 'பவரை'க் கொடுப்பதற்காக பவர் பெருக்கிச் சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த 'லோடு', மின்சார சக்தியை வேறு ஒரு சக்தியாக மாற்றும் சக்திமாற்றியாக இருக்கலாம். இந்தச் சக்திமாற்றி ஆடியோ சுற்றிலுள்ள ஒலி பெருக்கியாகவோ, விடியோ சுற்றிலுள்ள 'ஹரிசான்டல் டிப்ளக்ஷன் யோக்' (Horizontal deflection yoke) ஆகவோ இருக்கலாம்.

பவர் பெருக்கிச் சுற்றில் செயலாற்றும் உறுப்புகள் டிரான்சிஸ்டர் அல்லது வெற்றிடக் குழாய்கள் அல்லது ஐ. சியாக இருக்கும். பவர் பெருக்கிச் சுற்றுகள் AF மற்றும் RF சுற்றுகளில்

பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவைகள் AF பவர் பெருக்கிகள் என்றும் RF பவர் பெருக்கிகள் என்றும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. பவர் பெருக்கிச் சுற்றுகள், கிளாஸ் -A, கிளாஸ்-B, கிளாஸ்-AB அல்லது கிளாஸ்-C முறைகளில் செயல்புரிகின்றன.

மின்னணுச் சாதனங்களிலும், வானொலியிலும் தொலைக்காட்சிப் பெட்டியின் ஒலிப்பகுதியிலும், பொதுக் கூட்டங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஒலி பெருக்கி வகைகளிலும், இறுதி வெளியீட்டு நிலை ஒலிப்பெட்டியுடன் (Load) இணைக்கப்படுகிறது. தொலைக் காட்சிப் பெட்டிகளில் நேர்நிலை (Vertical) மற்றும் கிடை நிலை (Horizontal) வளைக்கும் சுற்றுக்கான வெளியீடு (Load) வளைக்கும் சுருள்கள் (Deplection coils) ஆகும். ஒரு முனை (Single ended) கிளாஸ் - A பவர் பெருக்கிகளில் லோடு பவர் டிரான்சிஸ்டருடன் கண்டிப்பாக மேட்ச் செய்யப்படவேண்டும். வெளியீட்டு இம்பிடென்சும் லோடின் இம்பிடென்சும் ஒரே மாதிரி இருந்தால் தான் அதிகபட்ச பவரை ‘லோடு’க்கு மாற்ற முடியும்.

பவர் பெருக்கியின் ‘லோடு’க்கும் பவர்பெருக்கியின் வெளியீட்டு நிலைக்கும் இடையே சரியான முறையில் இம்பிடென்ஸ் ‘மேட்ச்’ செய்ய ‘மேட்சிங்’ மின் மாற்றி (matching transformer / out put ttransformer) பயன்படுத்தப்படுகிறது. குறைந்த திறன் காரணமாக (45%) கிளாஸ்-A பவர் பெருக்கிகள் அதிகமாக உபயோகத்தில் இல்லை. கிளாஸ்-B பவர் பெருக்கி அதிகத் திறன் (75%) உடையதாக இருப்பதால் அவை புஷ்-புல் சுற்றுகளில் உபயோகப்படுத்தப் படுகின்றன.

வானொலி அதிர்வெண் (R.F) பவர் பெருக்கிகள்

இவ்வகை பெருக்கிகள் ஒலிபரப்பு டிரான்ஸ்மிட்டர்களில், RF அலைகளுக்கு அதிகமான பவர் கிடைக்க (கிலோ வாட்டுகளில்), இறுதி நிலையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த அதிகமான பவர் ஒலிபரப்பு ஆன்டனாவிற்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. அந்த பவர், மின்காந்த அலைகளாக எல்லாத் திசைகளிலும் பரப்பப்படுகிறது.

இலாபத்தைக் கணக்கிடுதல்

$$\text{மின்னோட்ட இலாபம் } A_I = \frac{\text{வெளியீட்டு ஏ.சி. சிக்னல் மின்னோட்டம்}}{\text{உள்ளீட்டு ஏ.சி. சிக்னல் மின்னோட்டம்}}$$

$$\text{மின்னழுத்த இலாபம் } A_V = \frac{\text{வெளியீட்டு ஏ.சி. சிக்னல் மின்னழுத்தம்}}{\text{உள்ளீட்டு ஏ. சி. சிக்னல் மின்னழுத்தம்}}$$

பவர் இலாபம் $A_P = A_I \times A_V$

எடுத்துக்காட்டு

மின்னழுத்த இலாபத்தையும், பவர் இலாபத்தையும் கொடுக்கப்பட்ட மதிப்புகளைக் கொண்டு காண்க.

a) உள்ளீட்ட ஏ.சி. சிக்னல் மின்னோட்டம் = 6 ma

b) வெளியீட்டு ஏ.சி. சிக்னல் மின்னோட்டம் = 300 ma

c) உள்ளீட்டு ஏ.சி. சிக்னல் மின்னழுத்தம் = 30 mv

d) வெளியீட்டு ஏ.சி. சிக்னல் மின்னழுத்தம் = 3 வோல்ட்

மின்னோட்ட இலாபம் $AI = \frac{300\,ma}{6\,ma} = \frac{300}{6} = 50$

மின்னழுத்த இலாபம் $Av = \frac{3\,v}{30\,mv} = \frac{3000}{30}$

$= \frac{300}{3} = 100$

பவர் இலாபம் = Ap = 50 x 100 = 5000

விடை : மின்னழுத்த இலாபம் = Ap = 100

பவர் இலாபம் = Av = 5000

மின்னழுத்த மற்றும் பவர் பெருக்கிகளின் ஒப்பிடுகள்

மின்னழுத்தப் பெருக்கி	பவர் பெருக்கி
உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் குறைவு	உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம்
(மில்லி வோல்ட்களில்)	அதிகம் (2 முதல் 4 வோல்ட்)
உள்ளீட்டு இம்பிடென்ஸ் அதிகம்	உள்ளீட்டு இம்பிடென்ஸ் குறைவு
வெளியீட்டு இம்பிடென்ஸ் அதிகம்	வெளியீட்டு இம்பிடென்ஸ் குறைவு
மொத்த பவர் குறைவு	மொத்த பவர் அதிகம்
மின்னழுத்த இலாபம் அதிகம்	பவர் இலாபம் அதிகம்
சிறிய சிக்னல் பெருக்கிகள்	பெரிய சிக்னல் பெருக்கிகள்
குறைந்த பவர் செலவு	அதிக பவர் செலவு
'லோடு' டன் நேரடியாக	'லோடு'டன் நேரடியாக
இணைக்க முடியாது	இணைக்க இயலும்.

செயல்படும் முறையைப் பொறுத்து பெருக்கிகளின் வகைகள்

பெருக்கிகள் அதன் செயல்படும் முறையைப் பொறுத்து பலவிதமாக பிரிக்கப்படுகின்றன.

செயல்படும் முறையைப் பொருத்து, பெருக்கிகள் முக்கியமாக 4 வகைகளாக பிரிக்கப்படுகின்றன.

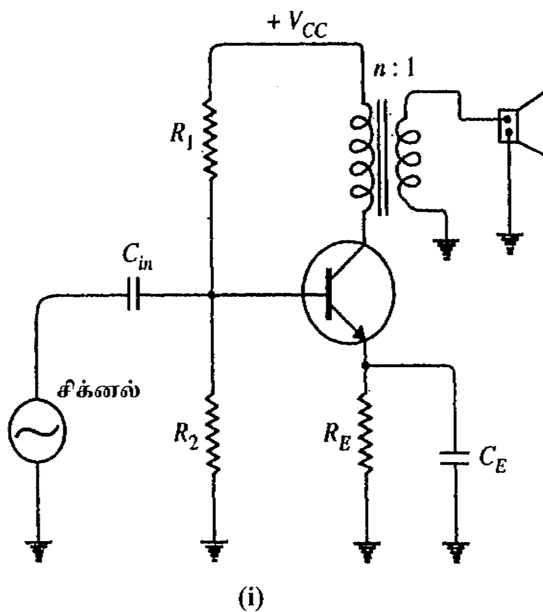
1. கிளாஸ் A பெருக்கிகள்
2. கிளாஸ் B பெருக்கிகள்
3. கிளாஸ் AB பெருக்கிகள்
4. கிளாஸ் C பெருக்கிகள்

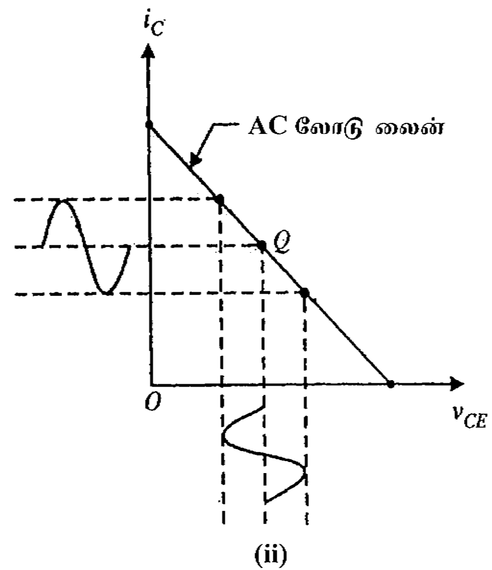
கிளாஸ் A பெருக்கிகள்

பெருக்கி ஒன்றில் உள்ளீடாக கொடுக்கப்படும் சிக்னல் மின்னழுத்தம் முழுமைக்கும் கலெக்டர் மின்னோட்டமானது தொடர்ந்து நிகழுமானால் அந்த வகைப் பெருக்கிகளை கிளாஸ் A (Class - A) வகை பெருக்கி என்று கூறுகிறோம்.

கிளாஸ் A வகைப் பெருக்கிகளில் உள்ளீடு சிக்னல் மின்னோட்டம் 360° யிலும் வெளியீட்டுச் சுற்றில் கலெக்டர் மின்னோட்டம் நிகழும் வண்ணமும் பேஸ் பயாஸ் செய்யப்பட்டிருக்கும்.

சுருக்கமாகக் கூறினால் கிளாஸ் A பெருக்கிகளில் கலெக்டர் மின்னோட்டம் தொடர்ந்து நிகழ்வதுடன் வெளியீட்டு அலை வடிவம் மிகக் குறைந்த அளவு குலைவினைக் கொண்டதாக இருக்கும். இவ்வாறு நிகழ்வதற்குக் காரணம் கிளாஸ் A பெருக்கிகளின் இயக்க குணநலத்தைக் குறிக்கும் வரைபடத்தின் (dynamic characteristic curve) நேர் கோட்டுப் பகுதியில் (linear portion) செயல்பாடு முழுவதும் நிகழும்.





படம் 4.24

கலெக்டர் மின்னோட்டத்தின் மாறுதல்கள் பேஸில் உள்ளீட்டு சைகை அலை வடிவம் எப்படி இருக்குமோ, அதே போல் சிறிதும் மாறுதல் இல்லாமல் அப்படியே இருக்கும். இயக்க குணநலத்தைக் குறிக்கும் வரைபடத்தில், நேர்க்கோட்டுப் பகுதியின் மையப்புள்ளி Q என்று படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. பேஸ் மின்னோட்டத்தின் சரியான அளவு, புள்ளி Q குறிக்கும் அளவாக இருக்க வேண்டும். இது படம் 4.24bல் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

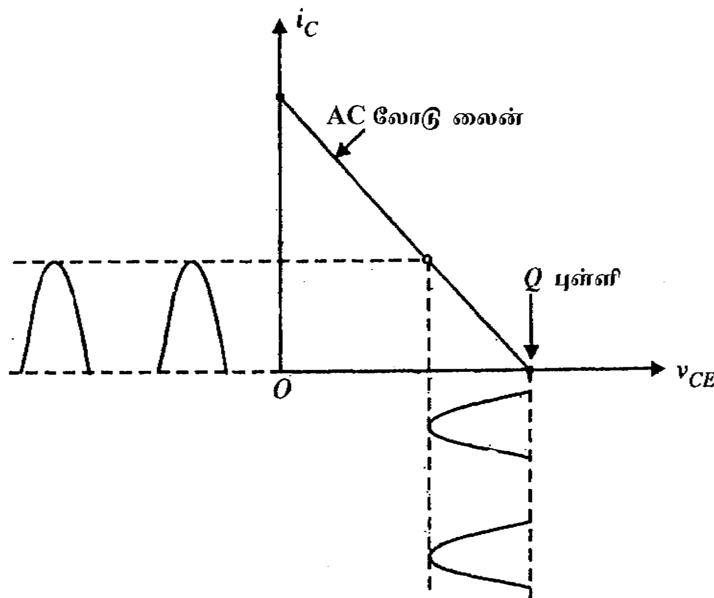
உள்ளீட்டுச் சிக்னல் மின்னழுத்தம் பேஸில் கொடுக்கப்படுவதற்கு முன்பாகவே படத்தில் Q என்று குறிப்பிட்ட அளவிற்கு கலெக்டர் மின்னோட்டம் நிகழ்வது, கிளாஸ் A பெருக்கியின் ஒரு முக்கிய அம்சம் ஆகும். இதையே சிக்னல் உள்ளீடு இல்லாமலிருந்தாலும் மின்னோட்டம் நிகழ்ந்து கொண்டே இருக்கும் என்றும் கூறலாம். ஆகவே இதன் திறன் குறைவாக (45%) இருந்த போதிலும் இந்த வகைச் சுற்றுகள் பெருக்கிகளில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப் படுவதற்குக் காரணம் பல மின்னணு சாதனங்களின் வெளியீடு, குலைவு இல்லாமல் இருப்பதே ஆகும். குறைந்த அளவு சிக்னல் பெருக்கிகளில் (மின்னழுத்தப் பெருக்கிகளில்) குறைந்த அளவு குலைவு உள்ளனவாக இருக்க ஒரு நிலை கிளாஸ் A யைத் தான் பயன்படுத்த வேண்டும்.

கிளாஸ் B பெருக்கிகள்

கிளாஸ் B பெருக்கிகளில் பேஸ் பயாஸானது கட்-ஆப் (Cut-off) மதிப்பிற்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும். கலெக்டர் மின்னோட்டம் I_c ஆனது தோராயமாக பூஜ்யமாக இருக்க வேண்டும்.

சிக்னல் உள்ளீடு பேஸிற்குக் கொடுக்கப்படும் போது பாசிட்டிவ் அரை சைக்கிளின் போது மட்டும் கலெக்டர் மின்னோட்டம் நிகழும். இது படம் 4.25 காட்டப்பட்டுள்ளது.

சிக்னல் பேஸிற்கு கொடுக்கப்படாத போது கலெக்டர் மின்னோட்டம் நிகழாத காரணத்தால் பேட்டரியிலிருந்து பவர் செலவாகாது. அதனால் கிளாஸ் B பெருக்கியின் திறன் அதிகமாக இருக்கும். (75%)



படம் 4.25

அதிகமான பவர் வெளியீடு தேவைப்படும் போது கிளாஸ் B பெருக்கிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. ஆடியோ பெருக்கிகளில் புஷ்-புல் நிலையில் (Push pull stage) கிளாஸ் B வகைப் பெருக்கியைப் பயன்படுத்துவதால் தவறாமல் புஷ்புல் சரியான முறையில் சமமாக இருக்கும் படி (Well balanced) அமைப்பதும் அவசியம். புஷ்-புல் நிலையில் பயன்படுத்தப்படும் வெளியீட்டு மின் மாற்றியில், பிரதமச் சுற்றில் சென்டர் டேப் (Centre tap) தேவை. இந்த அமைப்பால் நமக்கு இரண்டு சிக்னல் மின்னழுத்தங்கள் சம ஆம்ப்ளிடியூடிலும் 180° ஃபேஸ் (Phase) வித்தியாசத்திலும் கிடைக்கின்றன.

இந்த வகைப் பெருக்கிகளுக்கு உயர்ந்த ஆம்ப்ளிஃபிகேஷன் பேக்டர் (amplification factor) டிரான்ஸிஸ்டர்களைப் பயன்படுத்துவது நல்லது. ஆகவே கிளாஸ் B பெருக்கிகள் திறமை வாய்ந்தவை. குலைவினை உடையவை மற்றும் நல்ல ஆம்ப்ளிஃபிகேஷன் உடையவை.

கிளாஸ் AB பெருக்கிகள்

கிளாஸ் AB பெருக்கிகள் கிளாஸ் A வகைக்கும் கிளாஸ் B வகைக்கும் இடைப்பட்டது. இந்த வகைப் பெருக்கிகளில் பேஸ் பயாஸ் ஆனது, டிரான்சிஸ்டரின் கலெக்டர் மின்னோட்டம் ஏ.சியின் பாதி சைக்கிளுக்கு அதிகமாகவும், முழு சைக்கிளுக்குக் குறைவாகவும் நிகழும் வண்ணம் அமைக்கப்படுகிறது.

கிளாஸ் AB யின் செயல்பாடு கிளாஸ் B புஷ்-புல் நிலையில் காணப்படும் கிராஸ் ஓவர் டிஸ்டார்ஷனைத் (Cross over distortion) தடுக்கிறது.

கிளாஸ் AB வகை, சாதாரணமாக புஷ்-புல் ஆடியோ பவர் பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கிளாஸ் C பெருக்கிகள்

கிளாஸ் C செயல்பாட்டில், கலெக்டர் மின்னோட்டம் உள்ளீட்டு சைக்கிளின் ஒரு பாதிக்கும் குறைவாக நிகழும். (உள்ளீட்டு சைக்கிளில் 180° க்குக் குறைவாக) கிளாஸ் C பெருக்கிகள் "கட் ஆஃப்" என்பதை மீறி பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. இதன் காரணமாக வெளியீட்டு மின்சாரம் உள்ளீட்டு சைகை "பாசிட்டிவ்" ஆக இருக்கும் போது மட்டும் நிகழும்.

கிளாஸ் C வகை, இசைவு செய்யப்பட்ட வெளியீட்டுச் சுற்றினை கொண்ட வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இது "பல்ஸ் கிளிப்பர்" (Pulse-clipper) சுற்றாகவும் பயன்படுகிறது.

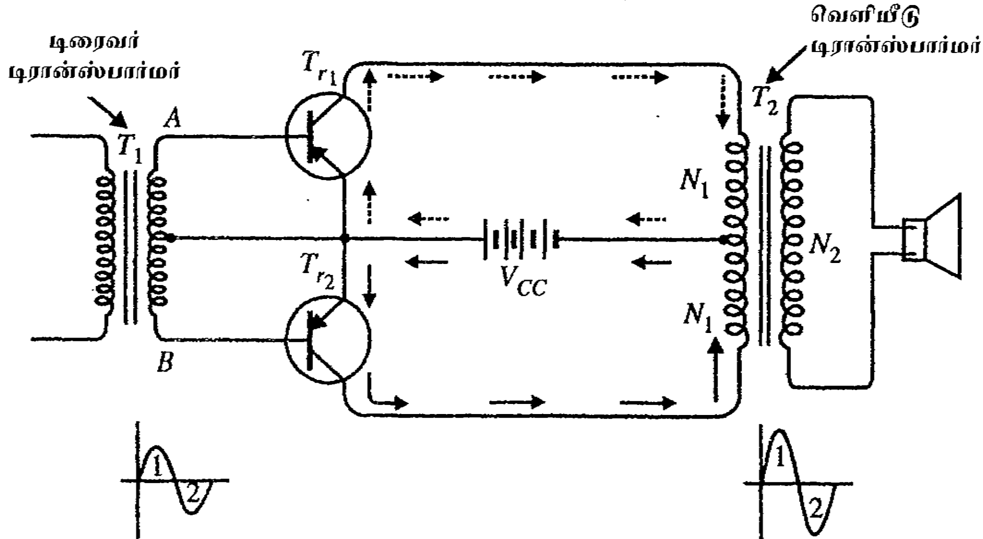
கிளாஸ் A கிளாஸ் B மற்றும் கிளாஸ் C
வகைப் பெருக்கிகளை ஒப்பிடுதல்

குறிப்பு	கிளாஸ் A	கிளாஸ் B	கிளாஸ் C
குலைவு	மிகக்குறைவு	அதிகம்	அதிகம்
திறன்	45%	75%	90%
பயன்படுத்தப்படும் இடம்	ஒரு டிரான்சிஸ்டர் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆடியோ பெருக்கிகளிலும் டிரைவர் நிலைகளிலும்	புஷ்-புல் வெளியீட்டு நிலை	அலைப்பிகளிலும் பல்ஸ் கிளிப்பர் சுற்றுகளிலும்

புஷ் - புல் பெருக்கிகள்

கிளாஸ்-B பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படும் பவர் டிரான்சிஸ்டர், அதன் உள்ளீடான சைன் அலை (Sine wave) யின் ஒரு பாதி நேரம் மட்டும் கடத்தும். மற்றொரு பாதியையும் ஏதாவது ஒரு முறையில் பயன்படுத்தாவிடில் இந்த முறையின் பயன் மிகவும் குறைந்துவிடும். ஆகவே இரண்டு டிரான்சிஸ்டர்களைப் பயன்படுத்தி செவியுணர் அதிர்வெண்களையும் மற்ற குறைந்த அதிர்வெண்களையும், உள்ளீட்டின் வித்தியாசமான அரை சைக்கிள்களைக் கடத்தும்படிச் செய்யலாம். இவ்வாறு செய்யப்படும் அமைப்பு புஷ்புல் சுற்று ஆகும்.

புஷ் - புல் பெருக்கி சுற்றுகளில் இரண்டு மின்மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒன்று உள்ளீட்டுச் சுற்றில் இருக்கும் இரண்டு நிலைகளுக்குத் தேவையான சிக்னல்களை சம அளவிலும், எதிர்த்த '்பேஸ்'லும் (180° Out of phase), கொடுப்பதே உள்ளீட்டு மின்மாற்றியின் நோக்கம் ஆகும். ்பேஸ் இன்வர்ட்டர் (Phase inverter) அல்லது ்பேஸ் ஸ்பிலிட்டர் (Phase splitter) சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படுவது மற்றொறு வகை ஆகும்.



படம் 4.26

காம்ப்ளிமென்ட்ரி-சிமெட்டரி புஷ்புல் சுற்றுகளில் (Complimentary Symmetry) உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு மின்மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. ஆனால் இந்த சுற்றுகளில் ஒரு ஜோடி காம்ப்ளிமென்டரி சிமெட்டரி டிரான்சிஸ்டர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதாவது ஒரு டிரான்சிஸ்டர் PNP மற்றொன்று NPN வகையைச் சார்ந்தவை.

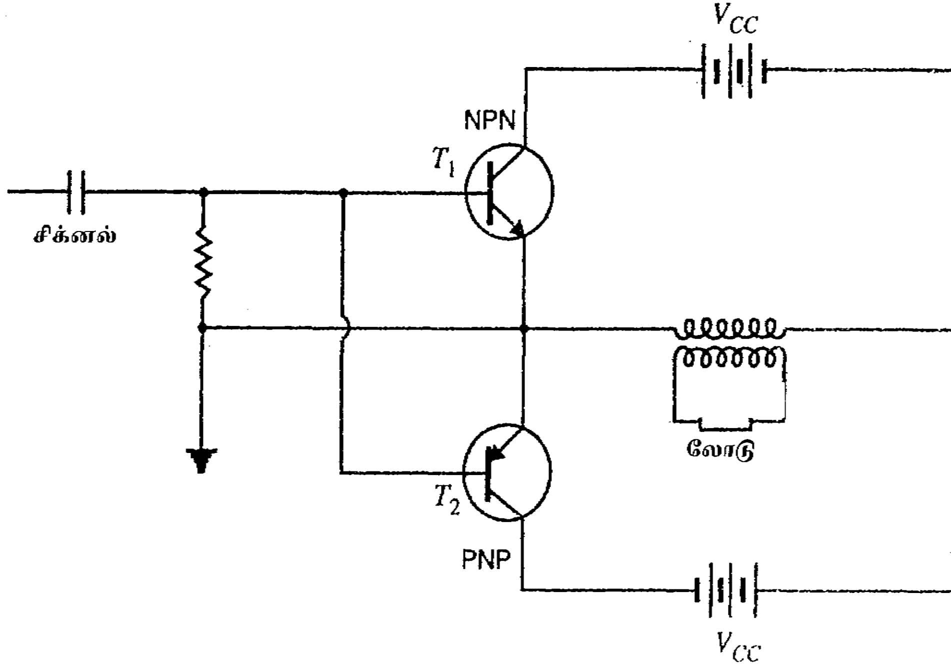
புஷ் - புல் பெருக்கியின் நன்மைகள்

1. ஆம்ப்ளிடியூடு மாறுபாடு தவிர்க்கப்படுகின்றன.
2. மின்மாற்றியின் இரு பாதிகளிலும், கலெக்டர் மின்னோட்டம், எதிர்த்திசையிலும் நிகழ்வதால் கோர் (Core) சாட்சுரேஷன் (Saturation) ஆவது இல்லை.
3. குறைந்த அதிர்வெண்ணுக்கு ரெஸ்பான்ஸ் அதிகமாக்கப்படுகிறது.
4. திறன் அதிகம்.

மின்மாற்றியுடன் கூடிய கிளாஸ்-B பெருக்கி மற்றும் காம்ப்ளிமென்ட் சிமென்ட்ரி புஷ்புல் பெருக்கிகள் ஆகியவற்றை விரிவாகக் காணலாம்.

காம்ப்ளிமெண்டரி - சிமெட்ரி சுற்றுகள் (டிரைவர் மற்றும் வெளியீட்டு மின்மாற்றிகள் இல்லாமல்)

இந்தச் சுற்றில் ஒரு NPN மற்றும் ஒரு PNP டிரான்சிஸ்டரும் உபயோகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இதன் மூலம் சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தப்படும் புஷ்புல் பெருக்கியில் கிடைக்கும் எல்லா நன்மைகளும் கிடைக்கின்றன. அத்துடன் நேர் இணைப்பு அதிக அதிர்வெண் ரெஸ்பான்ஸையும், குறைந்த மாறுபாட்டையும், செலவில் சிக்கனத்தையும் கொடுக்கிறது. சிக்னலானது முதல் நிலையில் இருந்து நேரடியாக புஷ்புல் நிலையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. ஒலிபெருக்கியும் வெளியீட்டு மின்மாற்றி இல்லாமல் நேரடியாகவே இணைக்கப்படுகிறது.



படம் 4.27

இந்த அமைப்பு, உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு மின்மாற்றிகள் இல்லாமல் இருப்பதால், இடத்தை அதிகமாக அடைத்துக் கொள்வது இல்லை. விலையும் குறைவு, அளவும் மிகச் சிறியதாகும். இணைப்பு மின்மாற்றிகளால் சாதாரணமாக ஏற்படும் அதிர்வெண் மாறுபாடு தவிர்க்கப்படுகிறது. புஷ்புல் நிலையும் அதற்கு முந்தைய நிலையும் நேரடியாக இணைக்கப்படுகின்றன. இடையில் இணைப்பு மின்தேக்கி எதுவும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. குறைந்த செவியுணர் அதிர்வெண்களில் இணைப்பு மின்தேக்கிகளால் பெருக்கியின் குணங்களில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. குறைந்த மற்றும் அதிக செவியுணர் அதிர்வெண்கள், இந்த வகை பெருக்கிகளில் திருப்திகரமாகச் செயல்புரிகின்றன. ஃபிடிலிட்டியும் சிறந்த முறையில் உள்ளது. ஆகவே இவ்வகைப் பெருக்கிகள் ‘ஸ்டீரியோ’ (Stereo) பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அதிர்வெண் தொகுப்பைப் பொருத்து பெருக்கிகளின் வகைகள்

சாதாரணமாக, பெருக்கிகள், தாம் செயல்படுகின்ற அதிர் வெண்ணைப் பொருத்து வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

1. செவியுணர் அதிர்வெண் (AF) பெருக்கிகள்.
2. இடைநிலை அதிர்வெண் (IF) பெருக்கிகள்.
3. வானொலி அதிர்வெண் (RF) பெருக்கிகள்.

செவியுணர் அதிர்வெண் பெருக்கிகள்

செவியுணர் அதிர்வெண் பெருக்கிகள், காதுகளுக்கு கேட்கும் அலைத் தொகுப்பை மட்டும் (20Hz முதல் 20 K Hz), பெருக்கும் திறன் வாய்ந்தவை.

இந்த அலைத்தொகுப்பு மட்டுமே மனிதனுடைய காதுகளுக்கு கேட்கும். எனினும் இது அவனுடைய தனித்தன்மையையும் வயதையும் பொருத்து அமையும். ஆகவே செவிஉணர் அலை பெருக்கிகள், மின்னணுச் சாதனங்களில் ஒலி பரப்பவும், ஈர்க்கவும் ஒலி சிக்னல்களைத் தேவைக்கேற்றார் போல மாற்றவும், ஒரு முக்கியமான பகுதியாக அமைகின்றன. செவியுணர் அதிர்வெண் பெருக்கிகள், வானொலி ஏற்பிகளின் வெளியீட்டுப் பகுதிகளிலும் தொலைக்காட்சி பெட்டியின் ஒலி நிலையிலும், ஒலிபெருக்கியை இயக்கச்செய்து ஒலியை உற்பத்தி செய்வதற்கு முக்கியமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. உயர் பிடிலிட்டி பெருக்கிகள், நாடாபதிவுக் கருவிகள் மற்றும் மேடை ஒலிபெருக்கும் அமைப்புகள் ஆகிய சாதனங்களிலும் பயன்படுகின்றன.

இடைநிலை அதிர்வெண் (I.F.) பெருக்கிகள்

இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கி என்பது மாறாத இசைவு செய்யப்பட்ட வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி ஆகும். வானொலி ஏற்பிகளின் கன்வர்ட்டர் நிலையின் வெளியீட்டுச் சுற்றில் உள்ள பல சிக்னல் அதிர்வெண்களில் ஒரு சிக்னல் அதிர்வெண்ணைத் தேர்ந்தெடுப்பதே இடைநிலை நிலை அதிர்வெண் பெருக்கி நிலையின் முக்கிய வேலையாகும். ஆகவே இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கிகள் என்பது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு இசைவு செய்யப்பட்ட வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி ஆகும். வானொலி அதிர்வெண் சிக்னல்கள் இடைநிலை அதிர்வெண் சிக்னல்களாக மாற்றப்படுவதற்கு காரணம், R.F. பெருக்கிகளை அமைப்பதைவிட I.F. பெருக்கிகளை அமைப்பது மிகவும் எளிது.

ஈர்க்கப்பட்ட சிக்னல்களின் சக்தியை அதிகப்படுத்த, இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கி நிலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மொத்தத்தில் உணர்வுத்திறனுக்கும், தேர்வுத்திறனுக்கும் முக்கியப் பொறுப்பாக இருப்பது, இடைநிலை நிலை அதிர்வெண் பெருக்கி நிலையே ஆகும். AM வானொலி ஏற்பிகளில், இடைநிலை அதிர்வெண் சுமார் 455 KHz ஆகவும் பண்பலை ஏற்பிகளில் IF 10.7 MHz ஆகவும் உபயோகத்தில் உள்ளது. தொலைக்காட்சிப் பெட்டியில் ஒளியின் IF 38.9 MHz ஆகவும் ஒலியின் IF 33.4 M. Hzஆகவும் உள்ளது.

வானொலி அதிர்வெண் (R.F) பெருக்கிகள்

செவியுணர் அதிர்வெண் தொகுப்பிற்கு அதிகமான சிக்னல் அதிர்வெண் உள்ள இடங்களில் பயன்படுவது வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கிகள் ஆகும். R.F. சிக்னல்கள் 200 KHz முதல்

30 MHz வரை உள்ளன. தொலைக்காட்சி மற்றும் பண்பலை ஆகியவற்றில் பயன்படும் மிகஉயர் அதிர்வெண்களாகிய VHF மற்றும் UHF தொகுதிகள் 200 MHz க்கும் மேற்பட்டவை.

VHF தொகுப்பில், அலை வாங்கியிலிருந்து கிடைக்கும் சிக்னல் மிகக் குறைந்த மைக்ரோ வோல்ட் மின்னழுத்தம் கொண்டவை. ஆகவே கலப்பி நிலைக்கு முன் சாதாரணமாக ஒரு R.F. பெருக்கி நிலை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த RF பெருக்கி நிலை, சிறந்த முறையிலான சிக்னல்க்கும், சப்தத்திற்கும் உள்ள விகிதத்தைக் கொடுக்கிறது. இந்த R.F. நிலைக்கு ஃப்ரி செலக்டார் (Preselector) அல்லது இசைவு செய்யப்பட்ட வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி என்ற வேறு பெயர்களும் உண்டு. நல்ல தேர்வுத் திறனை உண்டாக்க, பெருக்கிகளில் பெரும்பாலும் இசைவுச் சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

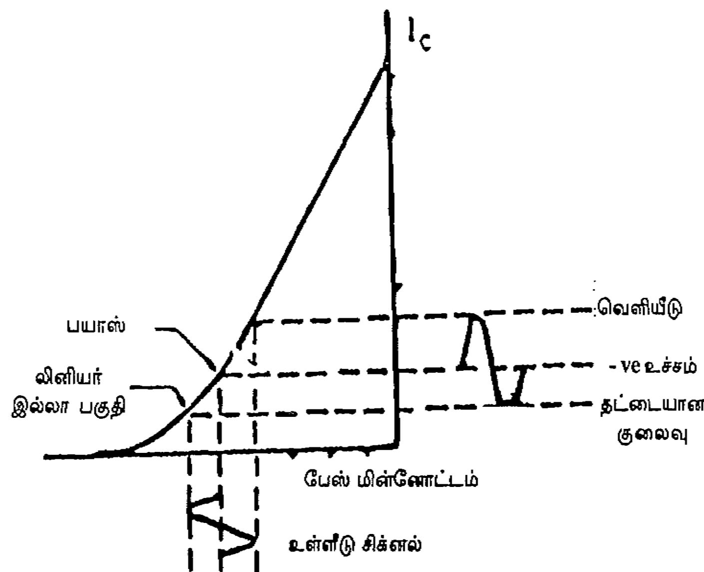
4.4. ஆம்பிளிபயர்களில் ஏற்படும் குலைவு (DISTORTION IN AMPLIFIERS)

உண்மையான சிக்னல்க்கும் பெருக்கப்பட்ட சிக்னல்க்கும் உள்ள வேறுபாட்டை குலைவு (distortion) என்று கூறுகிறோம். பெருக்கிகளில் ஏற்படுகின்ற குலைவுகளை மூன்று அடிப்படை வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. ஆம்ப்ளிட்யூடு குலைவு (Amplitude distortion)
2. ஃபேஸ் குலைவு (Phase distortion)
3. அதிர்வெண் குலைவு (Frequency distortion)

ஆம்ப்ளியூடு குலைவு

பெருக்கியின் மாற்றுகின்ற குணநலன்களில் நேர்முறையாக இல்லாத போது (non-linear) ஆம்ப்ளிட்யூட் குலைவு ஏற்படுகிறது. இது படம் 4.28ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4.28.

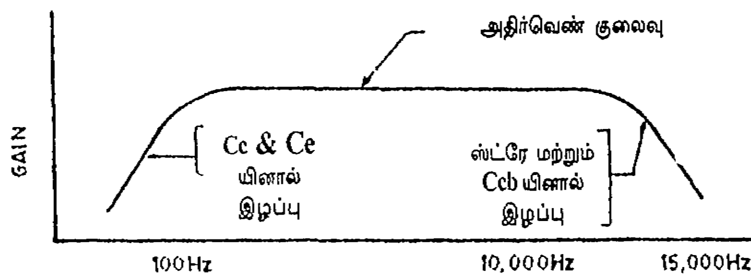
படத்தில் எதிர்முறை உச்சப் (negative peak) பகுதி, தட்டை ஆக்கப்பட்டு உள்ளது. இவ்வாறு தட்டையாக்கப்பட்டதை ஆம்ப்ளிட்யூட் குலைவு என்கிறோம். குறைந்த பவர் சப்ளை மின்னழுத்தம், சரியில்லாத பயாஸ் அல்லது 'பயாஸ்' க்கு அதிகப்படியான சிக்னல் போன்றவை குலைவிற்கு மற்ற காரணங்கள் ஆகும். பவர் பெருக்கியின் அதிகப்படியான சிக்னல்களைக் கையாளுவதால் அவற்றில் ஆம்ப்ளிட்யூடு சிக்னல்களை உள்ளீடாகக் கொடுப்பதன். நேர்முறைப் (linear) பகுதிக்கு மாற்றுவதன் மூலமும் ஆம்ப்ளிட்யூடு குலைவைக் குறைக்கலாம்.

ஃபேஸ் குலைவு (Phase Distortion)

ஃபேஸ் குலைவு, சுற்றில் உள்ள பல இன்டக்டன்ஸ் மற்றும் கப்பாசிடென்ஸ், இணைப்பு முனைகள், செயலாற்றும் உறுப்புக்களின் எலிமென்ட்ஸ் ஆகியவற்றால், ஏற்படுகிறது. 'பேஸ்'லிருந்து கலெக்டருக்கு ஏற்படுகின்ற 180° ஃபேஸ் குலைவை விட இதன் குலைவு அதிகமாக இருக்கும். செவி உணர் பெருக்கிகளில் ஃபேஸ் மாறுபாடு முக்கிய குறைபாடாய்த் தெரிவதில்லை. ஏனெனில் அது காதுக்கு கேட்கும் அளவிற்கு விளைவை ஏற்படுத்தாது. ஆனால் தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகளில் பயன்படுத்தப்படும் படப் பெருக்கிகளில் (video amplifier) ஃபேஸ் குலைவு விரும்பத்தக்கதன்று.

அதிர்வெண் குலைவு

பெருக்கியானது எல்லா அதிர்வெண்களையும் ஒரே அளவிற்கு பெருக்க முடியாதபோது அதிர்வெண் குலைவு ஏற்படுகிறது. இது இணைப்பு மின்தேக்கி Cc மற்றும் எமிட்டர் மின் தடையின் குறுக்கே உள்ள பைபாஸ் மின்தேக்கி Ce ஆகியவை சரியான முறையில் தேர்ந்தெடுக்கப்படாத போது ஏற்படுகிறது. தவறான தேர்வு தாழ்ந்த அதிர்வெண்களைக் குறைத்துவிடுகிறது. இது படம் 4.29ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4.29.

டிரான்சிஸ்டர் முனைகளுக்கிடையே ஏற்படுகின்ற மின்னேற்புத்திறன், கலெக்டரிலிருந்து 'பேஸ்'க்கு உயர்ந்த அதிர்வெண்களை வெட்டி விடுகிறது. எந்த அதிர்வெண்களைப் பெருக்க வேண்டும் என்று ஆசைப்படுகிறோமோ, அதில் பெருக்கியின் இலாபம் மாறாமல் ஒரே மாதிரியாக இருக்க, பெருக்கியின் வடிவமைப்பை மிகவும் எச்சரிக்கையுடன் செய்ய வேண்டும். மாறாத இலாபம் வரை படத்தின் (படம் 4.29) ல் நடுவில் உள்ள நடுப்பகுதி காட்டுகிறது. இதை Flat Response என்கிறோம்.

இரைச்சல் (Noise)

தேவையில்லாத மின்னழுத்தத்தை மின்பெருக்கியின் உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுவதையே இறைச்சல் என்கிறோம். இது ஏற்பியின் உள்ளேயிருந்தோ அல்லது வெளியிலிருந்தோ உண்டாவதற்கு சாத்தியக்கூறுகள் உள்ளன.

வெளி இரைச்சல் மோட்டார் போன்ற மின் சாதனங்கள், ஒளிரும் குழாய் விளக்குகள் (Flourescent lamps) போன்றவற்றிலிருந்து உண்டாகின்றன. ஏற்பிகளின் உள்ளேயே ஏற்படுகின்ற இரைச்சல்களை ராண்டம் இரைச்சல் (Random noise) என்கிறோம்.

சிக்னல்க்கும், இரைச்சலுக்கும் (signal to noise ratio) இடையே உள்ள விகிதம் மற்றுமொரு முக்கிய குணம் ஆகும். இதைக் கொண்டு பெருக்கியின் தரத்தை அறியலாம்.

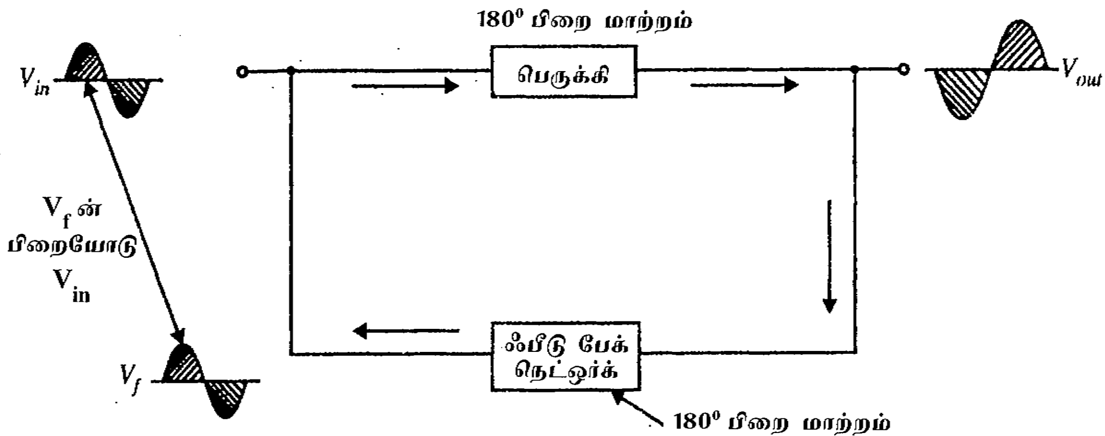
அதிர்வெண் 'ரெஸ்பான்ஸ்'ஐயும், சிக்னல்க்கும் இரைச்சலுக்கும் உள்ள விகிதத்தை அதிகப்படுத்தவும், மாறுபாட்டைக் குறைக்கவும், எதிர்மறை பேக் (negative feed back) பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.

4.4. பெருக்கிகளின் ஃபீடு பேக் (Feed back in Amplifiers)

ஃபீடு பேக் என்பது, வெளியீட்டு மின்னழுத்த அல்லது மின்னோட்ட சிக்னல்களின் ஒரு பகுதியை பெருக்கியின் உள்ளீடாய்க் கொடுப்பதே ஆகும்.

நேர்மறை ஃபீடுபேக்

ஃபீடு பேக் மின்னழுத்தம் அல்லது மின்னோட்டம் உள்ளீட்டு சிக்னலுடன் ஒரே 'ஃபேஸ்'ல் இருந்தால், இதை நேர்மறை பீடு பேக் அல்லது ரி ஜெனரேட்டிவ் (Regenerative feed back) என்கிறோம்.

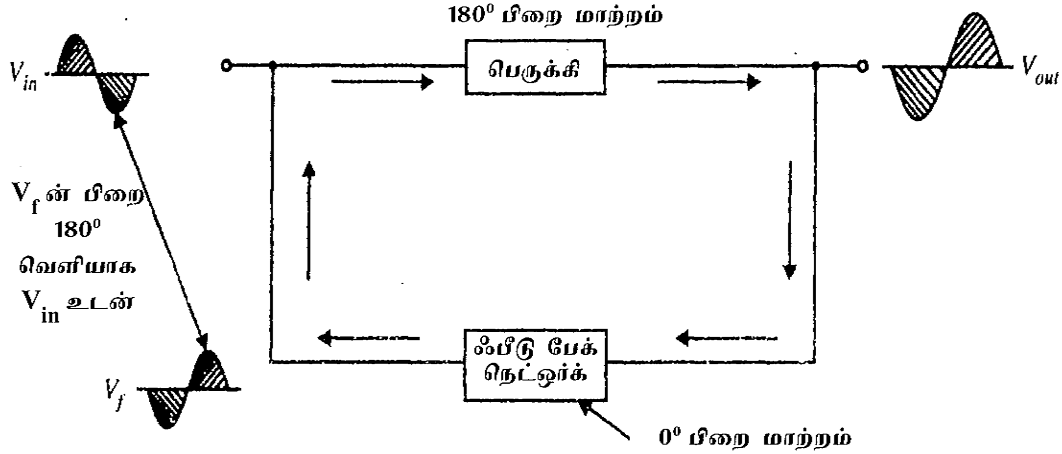


படம் 4.30

எதிர்மறை ஃபீடுபேக்

ஃபீடுபேக் சிக்னல் உள்ளீட்டு சிக்னல்க்கு எதிர் 'ஃபேஸ்'ல் இருந்தால் அதை எதிர்மறை ஃபீடுபேக் அல்லது டி ஜெனரேட்டிவ் பீடுபேக் என்கிறோம்.

நேர்மறை ஃபீடுபேக் பெருக்கியின் லாபத்தை அதிகமாக்குவதுடன் அலைகளை உற்பத்தி செய்கிறது. நேர்மறை ஃபீடுபேக்., அலைப்பி (Oscillator) என்னும் முக்கிய வகைச் சுற்றுக்கு , அடிப்படையாக அமைகிறது.



படம் 4.31

எதிர்மறை ஃபீடுபேக், பெருக்கியின் இலாபத்தைக் குறைக்கிறது. ஆனால் ஸ்திரத்தன்மையை அதிகமாக்குகிறது. எதிர்மறை ஃபீடுபேக் செவிஉணர் அதிர்வெண் பெருக்கிகளில், பெருக்கியின் அதிர்வெண் 'ரெஸ்பான்ஸ்'ஐ அதிகமாக்குகிறது. சப்தம் மற்றும் மாறுபாட்டைக் குறைக்கிறது.

நேர்மறை ஃபீடுபேக்கின் நன்மைகள்

1. லாபம் அதிகமாகிறது.
2. அலைப்பிகளில் பயன்படுகிறது.

எதிர்மறை ஃபீடுபேக்கின் நன்மைகள்

1. உயர்ந்த பிடலிட்டி (High fidelity)
2. அதிகமாக்கப்பட்ட ஸ்திரத்தன்மை
3. குறைந்த ஆம்ப்ளிட்யூடு குலைவு
4. குறைந்த அதிர்வெண் குலைவு
5. குறைக்கப்பட்ட இரைச்சல்
6. அதிகரிக்கப்பட்ட பட்டை அகலம் (band width)

நேர்மறை ஃபீடுபேக்கின் தீமைகள்

1. அதிகப்படியான குலைவு ஏற்படுவதால் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.
2. மிகவும் குறைந்த ஸ்திரத்தன்மை.

எதிர்மறை ஃபீடுபேக்கின் தீமைகள்

1. எதிர்மறை 'பீடுபேக்' பெருக்கியின் இலாபத்தை குறைக்கிறது.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. கீழ்க்கண்ட டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கிகளில் எதன் திறன் 85% வரை உள்ளது?

   அ. கிளாஸ் A ஆ. கிளாஸ் B இ. கிளாஸ் C ஈ. கிளாஸ் AB

2. ஒரு கிளாஸ் A பெருக்கியில் ________

   அ. கட்-ஆஃப் மதிப்பிற்கு ஏற்ப பேஸ் பயாஸ் செய்யப்பட்டிருக்கும்

   ஆ. IC பெரும்பாலும் வெளியேற்றப்படும்

   இ. IE எப்போதும் வெளியேற்றப்படும் ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை.

3. கீழ்க்கண்ட பெருக்கியில் எது குறைந்த திறனுடையது?

   அ. கிளாஸ் A ஆ. கிளாஸ் B இ. கிளாஸ் C ஈ. கிளாஸ் AB

4. கிளாஸ் A பெருக்கி ________ இடங்களில் பயன்படுகிறது.

   அ. தலைகீழ் பிறையில்லாத ஆ. அதிக மின்னழுத்தம் பெருக்கப்படும்

   இ. நேர் மின்னழுத்தம் பெருக்கப்படும் ஈ. குறைவான குலைவு உள்ள

5. ஒலியலை பெருக்கத்திற்கு ஏற்ற பெருக்கி ________

   அ. கிளாஸ் A ஆ. கிளாஸ் B இ. கிளாஸ் C ஈ. கிளாஸ் AB

6. கீழ்க்கண்ட சுற்றுகளில் அதிக மின்னோட்ட மற்றும் மின்னழுத்த லாபம் உள்ளது எது?

   அ) CB ஆ) CE இ. CC ஈ. எதுவுமில்லை.

7. கீழ்க்கண்ட சுற்றில் ஃபீடுபேக் சுற்றாக பயன்படுவது எது?

   அ. CC ஆ. CB இ. CE ஈ. எதுவுமில்லை

8. கீழ்க்கண்ட சுற்றுகளில் இணைப்பு மின்தேக்கி இல்லாத சுற்று எது?

   அ. மின்தடை இணைப்பு ஆ. இம்பிடென்ஸ் இணைப்பு

   இ. ஒற்றை இசைவுடைய ஈ. டிரான்ஸ்பார்மர் இணைப்பு

9. கீழ்க்கண்ட பெருக்கிகளில் அதிக லாபமுடையது ________

   அ. டிரான்ஸ்பார்மர் ஆ. மின்தடை இணைப்பு

   இ. இம்பிடென்ஸ் இணைப்பு ஈ. மின்தேக்கி இணைப்பு

10. RC இணைப்பு பெருக்கியில DC மின்னோட்டத்தை தடுக்க உதவுவது

    அ. லோடு மின்தடை (R_L) ஆ. இணைப்பு மின்தேக்கி (C_C)

    இ. பேஸ் மின்தடை (R_B) ஈ. டிரான்சிஸ்டர்

11. ஒரு மின்னழுத்த பெருக்கியில் லோடு மின்தடையானது ________ இருக்க வேண்டும்

அ. மிக மிக குறைவாக　　ஆ. மிக மிக பெரியதாக

இ. வெளியீட்டு இம்பிடென்ஸ்க்கு சமமாக　　ஈ. வெளியீட்டு இம்பிடென்ஸ்க்கு பாதியாக

12. ஆடியோ ஆம்பிளிபயரில் எந்தவகை குலைவு அதிகம் பாதிக்காதது?

அ. ஃபேஸ் குலைவு　　ஆ. அதிர்வெண் குலைவு

இ. வீச்சு குலைவு　　ஈ. எதுவுமில்லை

13. ஒரு காம்பிளிமெண்டரி பெருக்கியில் ________

அ. 1PNP & 1NPN டிரான்சிஸ்டர்　　ஆ. 2 PNP டிரான்சிஸ்டர் இருக்கும்

இ. 2 NPN டிரான்சிஸ்டர்　　ஈ. 2 P சேனல் FET

14. ஒலியலையின் தொகுப்பு 20 H_2ல் இருந்து __________ வரை இருக்கும்.

அ. 500H_2　　ஆ. 20 KH_2　　இ. 50KH_2　　ஈ. 5 MH_2

15. AM வானொலியின் இடைநிலை அதிர்வெண் __________

அ. 445 KH_2　　ஆ. 455 KH_2　　இ. 445 MH_2　　ஈ. 455 MH_2

16. ஒரு NPN டிரான்சிஸ்டரில், சாதாரண பயாஸ் முறையில் அதன் எமிட்டர் சந்தியானது ________

அ. ஹோல்களை கலெக்டரில் செலுத்துகின்றது

ஆ. எலக்ட்ரான்களை கலெக்டரில் செலுத்துகின்றது.

இ. எலக்ட்ரான்களை பேசில் செலுத்துகின்றது.

ஈ. ஹோல்களை பேசில் செலுத்துகின்றது.

II. *ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி*

1. பெருக்கும் தன்மையை பொருத்து பெருக்கிகளின் வகைகளைக் கூறு.
2. கிளாஸ் B பெருக்கியின் திறன் என்ன?
3. காமன் பேஸ் பெருக்கியின் உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு ஃபேஸ் எவ்வாறு இருக்கும்?
4. RC இணைப்பு பெருக்கியின் ஏதேனும் ஒரு நன்மையைக் கூறு.
5. குலைவு (distortion) என்றால் என்ன?
6. நேர்மறை ஃபீடுபேக்கின் நன்மையைக் கூறு.
7. செவியுணர் அதிர்வெண் தொகுப்பினைக் கூறு.
8. RF சமிக்ஞைகளின் எல்லையைக் கூறு.
9. பண்பலை ஏற்பியின் (FM) ஐ.எஃப் அதிர்வெண்ணைக் கூறு.

10. தொலைக்காட்சியின் ஒலி, ஒளி, ஐஎஃப் அதிர்வெண்களைக் கூறு.

11. டிரான்சிஸ்டரில் உள்ள முனைகளைக் கூறு.

12. NPN மற்றும் PNP டிரான்சிஸ்டர்களின் குறியீடு வரைக.

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. PNP டிரான்சிஸ்டர் என்றால் என்ன?

பகுதி இ

IV. கீழ்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் முக்கிய குறிப்புகளை விளக்கு.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. 2. PNP மற்றும் NPN டிரான்சிஸ்டரின் முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு பயாஸ் முறைகளை தகுந்த படத்துடன் விவரி.

விடைகள்

1 (இ) 2(இ) 3(அ) 4(ஈ) 5(ஆ)

6(ஆ) 7(அ) 8(ஈ) 9(அ) 10(ஆ)

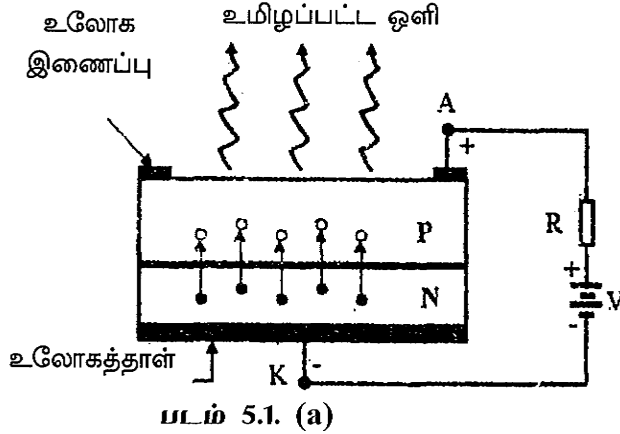
5. தனி வகை குறைகடத்தி சாதனங்கள் (Special Semiconductor Devices

அறிமுகம்

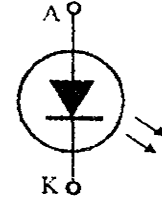
சென்ற பாடங்களில் PN சந்தி டயோடு மற்றும் இரு சந்தி (Bi - Junction) டிரான்சிஸ்டர் பற்றி அறிந்து கொண்டோம். இந்த பாடத்தில் மேலும் பல சிறப்பு வகை குறைகடத்தி மின் சாதனங்களின் தயாரிப்பு முறைகளையும், செயல்படும் விதம் மற்றும் பயன்பாட்டினையும் அறிய உள்ளோம்.

5.1 லைட் எமிட்டிங் டயோடு (Light Emitting Diode LED)

லைட் எமிட்டிங் டயோடு என்பது ஒளியை உமிழும் ஒரு PN சந்தி சாதனம் ஆகும். இந்த மின் சாதனத்தை முன்னோக்கு பயாஸ் முறையில் இணைத்து பயன்படுத்த வேண்டும். இது எலக்ட்ரோ லூமினென்ஸ் (Electro luminance) என்ற கொள்கையின் அடிப்படையில் இயங்குகின்றது. பொதுவாக குறைகடத்தி மின்சாதனங்களில் வெப்பம் அல்லது போட்டான்கள் (Photons) சக்தியாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.



படம் 5.1. (a)



படம் 5.1. (b)

கட்டமைப்பு

படம் 5.1 (a) ஒரு LED ன் அமைப்பைக் காட்டுகின்றது. ஒரு சப்ஸ்ட்ரேட் (Substrate) மீது முதலில் N வகை குறைகடத்தி அடுக்கு உருவாக்கப்பட்டு, அதன் மீது P - வகை குறைகடத்தி அடுக்கானது உட்புகச் செய்தல் (Diffusion) முறையில் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. P - அடுக்கின் ஒரு முனையில் உலோக இணைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டு ஆனோடு முனையாக உருவாக்கப்படுகிறது. இதன்மூலம் ஒளியானது PN சந்தியில் இருந்து வெளியேறுவதற்கு அதிக இடம் கிடைக்கிறது. மேலும் கீழே உள்ள சப்ஸ்ட்ரேட் மீது உலோகத் தாள் (Metal film) இணைக்கப்பட்டு அத்துடன் கேத்தோடு முனை உருவாக்கப்படுகின்றது. இந்த உலோகத்தாள் முடிந்த அளவு வெளிச்சத்தை LED ன் மேற்பரப்பை நோக்கி பிரதிபலிக்கிறது. LED-ல் இருந்து உமிழப்படும் ஒளியின் நிறமானது அதில் பயன்படுத்தப்படும் பொருளைப் பொருத்து அமையும். அவை.

i. கேலியம் ஆர்சினைட் (Ga As) அகச்சிவப்பு கதிர்கள்

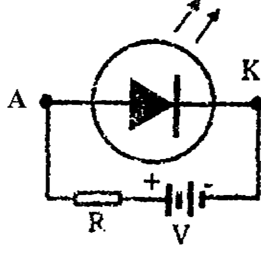
(Gallium Arsenide) - (Infra red radiation)

ii. கேலியம் பாஸ்பைட் (Ga P)

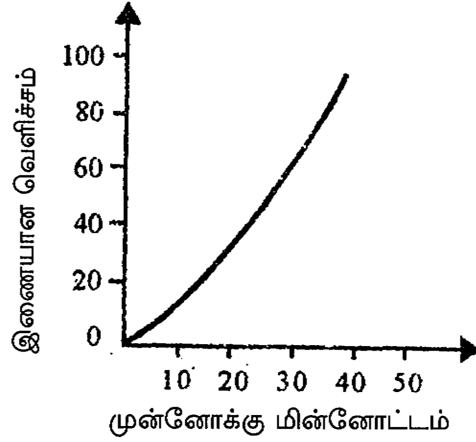
(Gallium Phoshide) - சிவப்பு அல்லது பச்சை நிறம்

iii. கேலியம் ஆர்சினைட் பாஸ்பைட் (Ga As P)

(Gallium Arsenide phospide) சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறம்



படம் 5.1. (c)



படம் 5.1. (d)

வேலை செய்யும் விதம்

LED ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் முறையில் இணைக்கப்படும் போது எலக்ட்ரான்களும், ஹோல்களும் PN சந்தியை நோக்கி நகர்வதால் மறுஇணைப்பு (Recombination) நடைபெறுகிறது. இதற்கு பின்னர் N - பகுதியின் கடத்தும் பட்டையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள், P - பகுதியின் இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள ஹோல்கள் மீது விழுகின்றன. கடத்தும் பட்டைக்கும், இணைத்திறன் பட்டைக்கும் இடையே உள்ள ஆற்றல் வேறுபாடானது ஒளி ஆற்றலாக PN - சந்தியில் இருந்து வெளிப்படுகிறது.

குணநலன்கள்

படம் 5.1 (b)ல் ஒரு LED-ன் குணநல வரைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் LED-ல் இருந்து வெளிப்படும் ஒளியின் தன்மைக்கும் (relative brightness), LED ல் பாயும் முன்னோக்கு மின்னோட்டத்திற்கும் (Forward Current) இடையே உள்ள தொடர்பை காட்டும் வகையில் வரையப்பட்டுள்ளது. LED-ல் முன்னோக்கு மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும் போது அதன் சார்பு ஒளித்தன்மை அதிகரிப்பதை படத்தில் காணலாம்.

LED-ன் நன்மைகள்

i. LED-கள் அளவில் சிறியதாகவும், குறைவான எடை கொண்டதாகவும் இருக்கின்றன.

ii. இதில் வெப்பப்படுத்தும் ஃபிலமெண்ட் தேவையில்லை.

iii. இவை அதிர்வுகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

iv இவை நீண்ட காலம் உழைக்கக்கூடியவை.

v இவற்றை வேகமாக ஸ்விட்ச் ஆன் மற்றும் ஆஃப் செய்யலாம்.

vi. இவை குறைந்த மின்னழுத்தத்திலும், மின்னோட்டத்திலும் செயல்படும். மேலும் குறைவான அளவு மின்சக்தியே போதுமானதாகும்.

LED-ன் பயன்கள்

i. ஆப்டிகல் ஸ்விட்சிங் செயல்பாட்டிற்கு பயன்படுகிறது.

ii. ஆப்டிகல் தொடர்பு துறைக்கு பயன்படுகின்றது.

iii. பவர் ஆன் / ஆஃப் ஐ காட்டுவதற்கு பயன்படுகிறது.

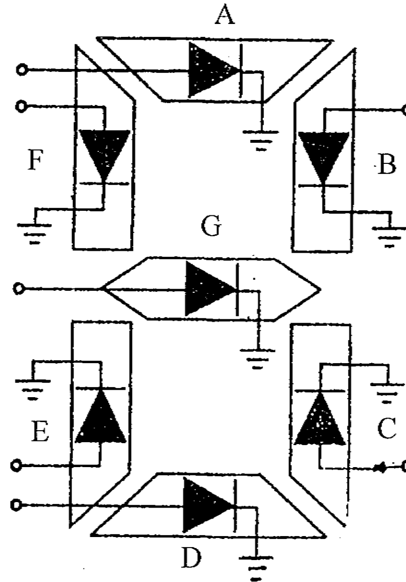
iv. செவன் செக்மண்ட் மற்றும் டாட் மேட்ரிக்ஸ் டிஸ்பிளேக்களில் பயன்படுகிறது.

v. திண்ம நிலை வீடியோ டிஸ்பிளேக்களில் பயன்படுகிறது.

vi டிஜிட்டல் வாட்சுகள் மற்றும் கால்குலேட்டர்களில் பயன்படுகின்றன.

செவன் செக்மெண்ட் LED

செவன் செக்மெண்ட் டிஸ்பிளே-யை உருவாக்குவதற்கு LED ஆனது அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பொதுவாக செவன் செக்மெண்ட் டிஸ்பிளேக்கள் எண்களை காட்டுவதற்கு (Numerical indicator) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. படத்தில் காட்டியுள்ளபடி LED-கள் ஏழு செக்மெண்ட்களாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.



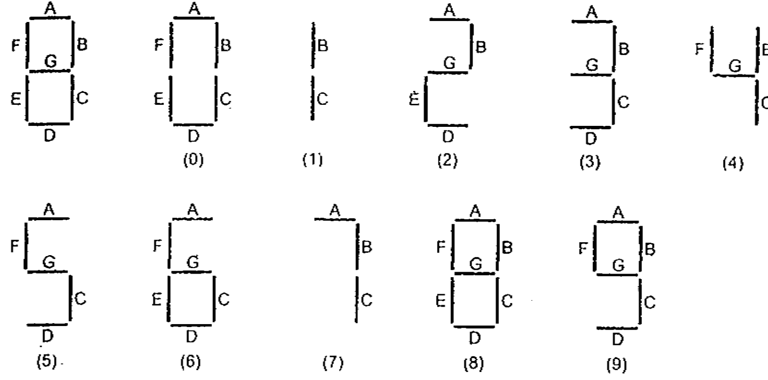
படம் 5.1. (e)

இந்த முறையில் குறிப்பிட்ட LED செக்மெண்ட்களை ஒளிரச் செய்வதன் மூலம் 0 முதல் 9 வரையிலான எந்தவொரு எண்களையும் (Indicate) காணலாம். ஏழு LED களும் A முதல் G வரை உள்ள எழுத்துக்களால் குறிக்கப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட LED-களை முன்னோக்கு பயாஸ் செய்வதன் மூலம் 0 முதல் 9 வரையிலான எண்களை ஒளிரச் செய்ய முடியும். எடுத்துக்காட்டாக 5 என்ற எண்ணை காட்டுவதற்கு A, F, G, C, D ஆகிய LED செக்மெண்ட்களை படம் 5.1 (f) காட்டியுள்ளதுபோல் ஒளிரச்செய்ய வேண்டும்.

செவன் செக்மெண்ட் LED அமைப்பில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. அவை.

i. பொது ஆனோடு வகை

ii. பொது கேதோடு வகை



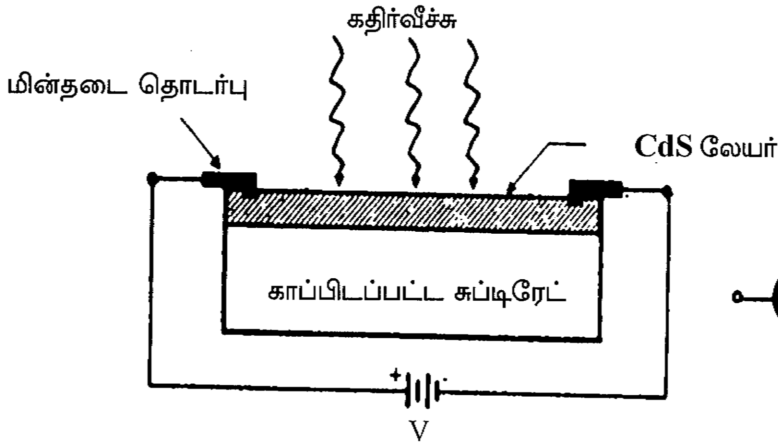
படம் 5.1. (f)

5.2. லைட் டிபன்டன்ட் ரெஸிஸ்டர் (Light Dependent Resistor, LDR)

லைட் டிபன்டன்ட் ரெஸிஸ்டர் என்பது ஒரு வகையான குறைகடத்தி சாதனமாகும். இதன் மின்தடை மதிப்பு இதில் விழும் வெளிச்சத்தின் அளவிற்கு ஏற்ப மாறுபடும். LDR ஐ போட்டோ ரெஸிஸ்டர் அல்லது போட்டோ கன்டக்டிவ் செல் என்றும் அழைக்கலாம்.

கட்டமைப்பு

படம் 5.2. (a) & 5.2 (b) LDR ன் அமைப்பையும், குறியீட்டையும் காட்டுகின்றன. இதில் காட்மியம் சல்பைட் (Cadmium Sulphide CdS) ஆனது போட்டோ செல்லாக பயன்படுகின்றது. மேலும் இதில் சில்வர், ஆன்டிமணி அல்லது இண்டியம் போன்ற தனிமங்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஓமிக் இணைப்புகளானது கேட்மியம் சல்பைட் லேயரின் எதிர் எதிர் முனைகளில் இருந்து ஏற்படுத்தப்படுகின்றன.





படம் 5.2. (a) **படம் 5.2.(b)**

பொதுவாக இருண்ட நிலையில், CdS செல் ஆனது 2MΩ மின் தடைக்கும் மேலாக இருக்கும் எனினும் வலிமையான வெளிச்சமானது CdS செல் மீது ஒளிரும் போது அதன் மின்தடை மதிப்பு சட்டென 100 Ω க்கும் கீழாக குறைந்து விடும்.

வேலைசெய்யும் முறை

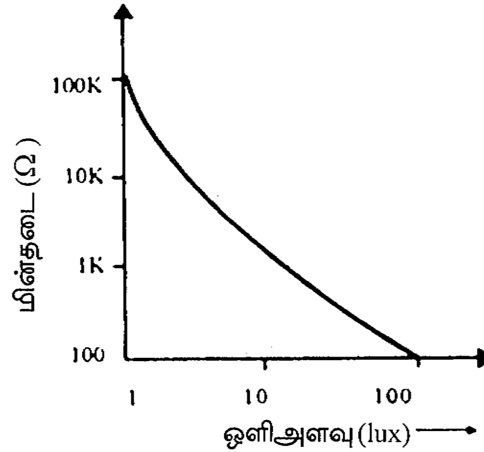
LDR ஆனது போட்டோ கன்டக்டிவ் கொள்கையின் அடிப்படையில் இயங்குகின்றது. இக்கொள்கையானது "ஒரு குறைகடத்தியின் மீது ஒளி விழுகின்றபோது அவ்ஒளியானது அதனால் ஈர்க்கப்பட்டு அதன் கடத்தும் தன்மையை அதிகரிக்கும்" என்பதாகும்.

குறைகடத்தியில் விழும் ஒளியானது சார்ஜ் கேரியர்களை ஏற்படுத்தும். இந்த சார்ஜ் கேரியர்கள் எலக்ட்ரான்-ஹோல் ஜோடியை அதிகளவில் உருவாக்குகின்றன. அதிக அளவிலான ஒளி LDR-ல் விழுகின்ற போது அதிக எண்ணிக்கையிலான எலக்ட்ரான்-ஹோல் ஜோடிகளை இது ஏற்படுத்துகின்றன. குறைந்த ஒளியானது அதிக தடையை ஏற்படுத்தி கடத்தும் தன்மையை கட்டுப்படுத்துகின்றது.

போட்டோ கன்டக்டர்-உடன் வெளிப்புற மின்னழுத்த இணைப்பு (External Voltage source) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னோட்டம் 'I' வெளிப்புற சுற்றில் பாய்கின்றது. வலிமையான ஒளி LDR ல் விழும்போது கடத்தும் தன்மை அதிகரித்து 10mA அளவிலான ஒளி மின்னோட்டம் (photo current) பாய்கின்றது. மாறாக குறைவான ஒளி விழும்போது LDR ஆனது மிகச் சொற்ப அளவிலான ஒளி மின்னோட்டத்தையே கடத்தும்.

குணநலன்கள்

கீழ்கண்ட படமானது LDR-ன் மின்தடைக்கும் (resistance), வெளிச்சத்தன்மைக்கும் (Illumination) இடையிலான குணநல வரைபடமாகும். இதிலிருந்து வெளிச்சத்தின் தன்மை உயரும் போது போட்டோ கன்டக்டரின் மின்தடை மதிப்பு குறையும் என்பதை அறியலாம்.



படம் 5.2. (c)

பயன்கள் (Application)

i. பர்க்லர் அலார்ம் சுற்றில் பயன்படுகின்றது.

ii. தானியங்கி தெரு விளக்குகளில் பயன்படுகின்றது.

iii. மொத்த வெளிச்சத்தன்மையை அளவிட உதவுகின்றது.

iv. கவுன்டிங் சிஸ்டத்தில் பயன்படுகின்றது.

v. கேமராவின் ஃபிளாஷ் இயக்கும் போது அதன் ஷட்டரை திறந்து மூட உதவுகின்றது.

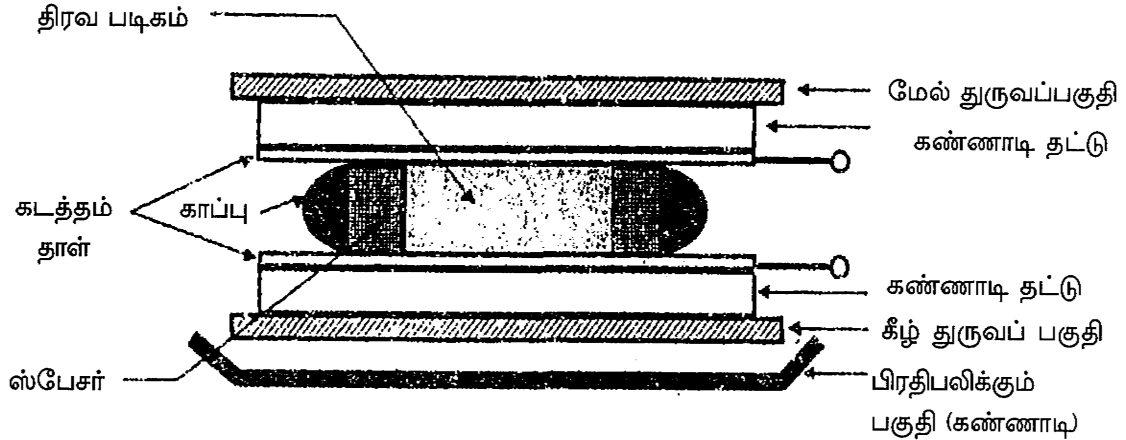
லிக்யூட் கிறிஸ்டல் டிஸ்பிளே (Liquid Crystal Display, LCD)

லிக்யூட் கிறிஸ்டல் டிஸ்பிளே என்பது எண்களையும் மற்றும் எழுத்துகளையும் (Numeric and alpha numeric) ஒளிரச் செய்யும் ஒரு டிஸ்பிளே அமைப்பாகும். இதில் பல வகையான ஆர்கானிக் காம்பவுண்ட்கள் (கார்பன், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன்) இடம் பெற்றுள்ளன. இவை கிறிஸ்டலுக்கு உண்டான ஆப்டிகல் குணநலன்களைப் பெற்று திரவ நிலையிலேயே செயல்படுகின்றன. பொதுவாக LCD கள் ஒளியை உமிழ்வதோ அல்லது உற்பத்தி செய்வதோ இல்லை. மாறாக இவை புற வெளிச்சத்தன்மைக்கு (Illumination) ஏற்ப மாறுபடுகின்றது. இது சுற்றுப்புற வெளிச்சம் அதிகமாக இருக்கும்போது நன்கு பிரகாசமாக தெரிகிறது. மேலும் இது வேலை செய்ய குறைந்த அளவு மின்சக்தியே போதுமானதாகும். இதில் இரண்டு வகையான LCD கள் உள்ளன. அவை.

i. ஃபீல்டு எபக்ட் வகை (Field Effect Type)

ii. டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் வகை (Dynamic Scattering type)

ஃபீல்டு எபக்ட் LCD (Field Effect LCD)



படம் 5.3. (a)

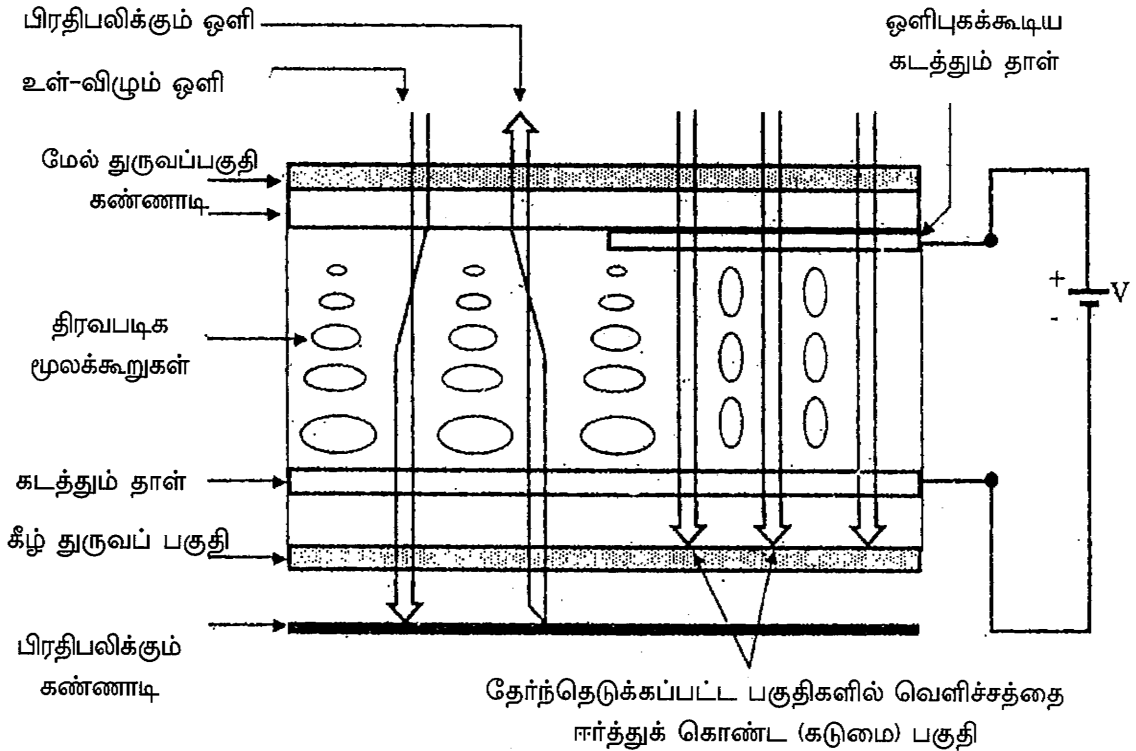
கட்டமைப்பு

படம் 5.3 (a) ஃபீல்ட் எபக்ட் LCD ன் அமைப்பைக் காட்டுகின்றது. இதில் 10 மைக்ரான் (10×10^{-6}) தடிமனுள்ள லிக்யூட் கிறிஸ்டல் லேயரானது இரண்டு கண்ணாடி பிளேட்டிற்குள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த கண்ணாடி பிளேட்டுகளின் மீது ஒளி ஊடுருவும் கடத்தும் தாள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த கன்டக்டிவ் ஃபிலிம் கோட்டிங் ஆனது தேவையான எழுத்தின் பிம்ப வடிவத்தில் இருக்கும். இந்த கன்டக்டிவ் கோட்டிங்கிற்கு டின் ஆக்ஸைடு (SnO) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது 90% அளவு வெளிச்சத்தை ஒளிரச் செய்கின்றது. இதன் கண்ணாடி பிளேட்டின் மேல் மற்றும் கீழ்பகுதியில் போலரைசர்கள் (Polarizer) வைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் கீழேயுள்ள போலரைசரின் அடியில் ஒரு பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடியும் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

வேலை செய்யும் முறை

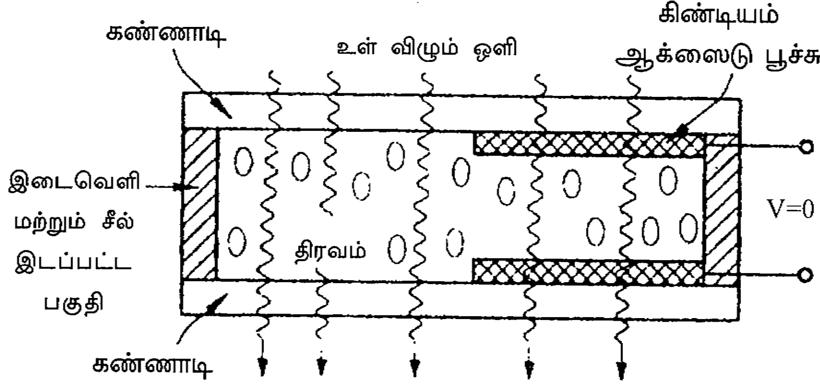
LCD க்கு மின்னழுத்தம் எதுவும் கொடுக்கப்படாத போது அதன் மீது விழும் வெளிச்சமானது, மேல் போலரைசர் மூலம் ஒளிரச் செய்யப்படுகிறது. மேலும், தரப்படும் ஒளியானது லிக்யூட் கிறிஸ்டல் வழியாக செல்லும் போது போலரைசேஷன் செய்யும் தளம் ஆனது 90^0 க்கு சுழற்றப்படுகின்றது. இவ்வாறு போலரைஸ் செய்யப்பட்ட வெளிச்சமானது கீழேயுள்ள போலரைசர் வழியாக செல்லும் போது பிரதிபலிக்கும் பகுதி மீது படுவதால் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி தெரிகின்றது. இவ்வாறு பிரதிபலிக்கும் (reflect) ஒளியானது மீண்டும் 90^0 க்கு சுழற்றப்படுவதால் இறுதியாக மேல் போல்ரைசர் வழியாக வெளியேறுகிறது. இதன் விளைவாக நமது கண்களுக்கு ரிப்ளக்டாரின் பிரகாசமான வெள்ளி நிறம் தெரிகிறது.

LCD ன் இரண்டு கன்டக்டிவ் ஃபிலிம்களும் திரவப் படிகமும் சேர்ந்து ஒரு பக்க இணைப்பு கெப்பாசிடரை உருவாக்குகின்றன. இங்கு லிக்யூட் கிறிஸ்டல் இன்சுலேட்டராக செயல்படுகின்றது. இந்த இரு கன்டக்டிவ் ஃபிலிம்களுக்கு இடையே மின்னழுத்தமானது கொடுக்கப்படும் போது ஏற்படும் மின்புலமானது, கிறிஸ்டலின் ஒளி போலரைசேஷன் சுழலுகின்ற குணத்தை அழிக்கிறது. இதன் விளைவாக ஒளியானது, மேல் துருவப்பகுதி மற்றும் லிக்யூட் கிறிஸ்டலை கடந்த பின்னர் படம் 5.3 (b) காட்டியுள்ளபடி கீழேயுள்ள துருவப்பகுதி ஈர்க்கபடுவதில்லை. எனவே படிகமானது ஆனது கருமையாக (dark) தெரிகிறது.



படம் 5.3. (b)

டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் LCD (Dynamic Scattering LCD)



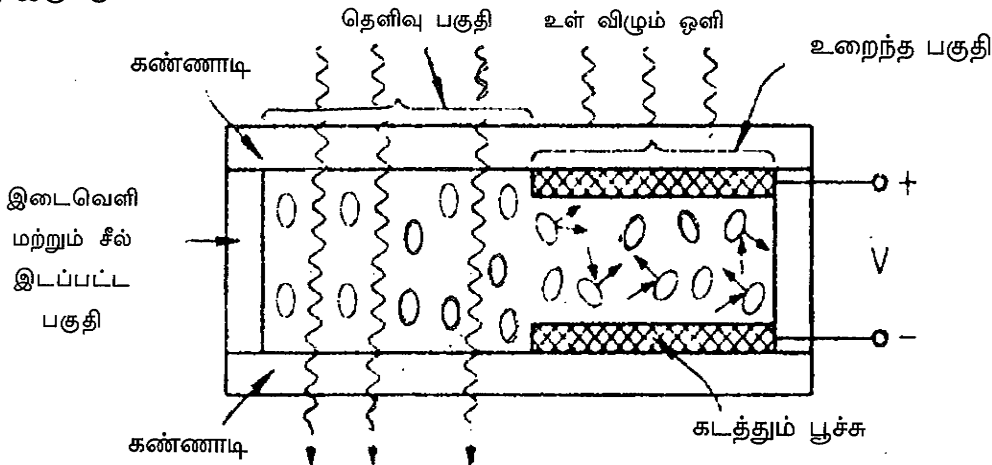
படம் 5.3 (c)

கட்டமைப்பு

படம் 5.3 (c)-ல் உள்ளது டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் வகை LCD ஆகும். இதில் இரண்டு கண்ணாடி தட்டுகளுக்கு (Glass plate) இடையில் லிக்யூட் கிறிஸ்டல் உள்ளது. பின் தட்டானது கடத்தும் பொருளைக் (Conductive material) கொண்டு பூசப்பட்டுள்ளது. இது ஒரு மெல்லிய ஒளி ஊடுருவும் (transparent) அடுக்காகும். அதே நேரத்தில் முன் பிளேட் ஆனது செவன் செக்மெண்ட் அமைப்பு மற்றும் ஒளிகடத்தும் பூச்சை (Photoconductive coating) கொண்டதாக இருக்கும்.

வேலை செய்யும் முறை:

இரண்டு ஒளிகடத்தும் தட்டுகளுக்கிடையே மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படாத போது லிக்யூட் கிறிஸ்டலில் உள்ள மூலக்கூறுகள் (Molecules) கிளாஸ் பிளேட்களுக்கு செங்குத்தாக (அல்லது இணையாக) ஒருங்கிணைந்து இருக்கும். படத்தில் காட்டியுள்ளபடி திரவம் ஆனது ஒளி ஊடுருவும் படி இருக்கும்.



படம் 5.3. (d)

கடத்தும் தட்டுகளுக்கு இடையே மின்னழுத்தம் (6V - 20V) கொடுக்கப்படும் போது படம் 5.3 (d)-ல் காட்டியுள்ளபடி லிக்யூட் கிறிஸ்டலில் உள்ள மூலக்கூறுகள் ஒழுங்கற்ற முறையில் காணப்படும். இதன் விளைவாக கிறிஸ்டல் ஊடகமானது ஒளி விலக்கம் பெற்று மாற்றம் அடைகின்றது. எனவே ஒளியானது பல திசைகளில் எதிரொலிக்கப்படுகின்றது. இதனை டைனமிக்

ஸ்கேட்டரிங் என்று அழைக்கிறோம். இப்பொழுது திரவமானது வெண்ணிற பின்னணியில் கருப்பாக (dark) தெரிகிறது.

LCD யின் நன்மைகள்

i. LCD-கள் அளவில் சிறியதாகவும் எடை குறைவானதாகவும் உள்ளன.

ii. இவை வேலை செய்வதற்கு மிக குறைந்த அளவு மின்சக்தியே (Microwatts) போதுமானது.

iii. இவற்றின் விலை குறைவு.

iv. இதன் கான்ட்ராஸ்ட் நன்றாக உள்ளது.

LCD ன் குறைகள்

i. இதற்கு வெளிப்புற மற்றும் உட்புற வெளிச்ச ஆதாரம் தேவைப்படுகிறது.

ii. இது வேலை செய்யும் வெப்ப எல்லை (0^0C முதல் 60^0C) மிகவும் குறைவு.

iii. இரசாயன இழப்பின் காரணமாக இதன் ஆயுட்காலம் குறைவாக உள்ளது.

iv. இது மெதுவாக வேலை செய்கிறது.

LCD ன் பயன்கள் (Applications)

i. இது சாலிட்ஸ்டேட் வீடியோ டிஸ்பிளேகளில் பயன்படுகின்றது.

ii. இது கவுன்டர் (counter) சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.

iii. இது இமேஜ் சென்சிங் சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.

iv. இது சிறியவகை கால்குலேட்டரில் பயன்படுகின்றது.

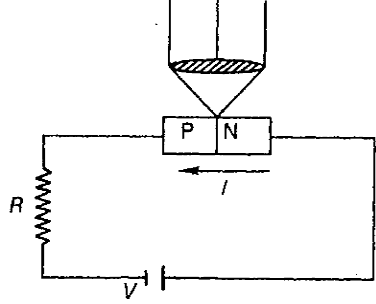
v. இது சிறிய வகை கருவிகளின் டிஸ்பிளேக்களிலும், டிஜிட்டல் கைக்கடிகாரங்களிலும் பயன்படுகிறது.

LED மற்றும் LCD ஒப்பீடு

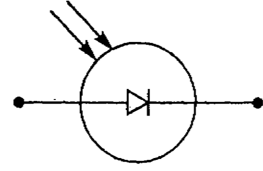
வ. எண்.	LED	LCD
1.	இதற்கு அதிக மின் சக்தி தேவைப்படுகின்றது.	இதற்கு குறைந்த மின்சக்தி போதுமானது.
2.	இதில் கேலியம் ஆர்சினைட், கேலியம் பாஸ்பைட் தனிமங்கள் பயன்படுகின்றன.	இதில் லிக்யூட் கிறிஸ்டல் (ஆர்கானிக் திரவம்) பயன்படுகின்றன.
3.	ஆயுட் காலம் 1,00,000 மணி நேரங்களாகும்.	ஆயுட் காலம் 50,000 மணி நேரங்கள்.
4.	ஒளி நிறங்கள் - சிவப்பு, ஆரஞ்ச், மஞ்சள், பச்சை, மற்றும் வெண்மை.	இது மோனோக்ரோம் ஆகும்.
5.	வேலை செய்யும் மின்னழுத்தம் 1.5 V - 5 V dc.	வேலை செய்யும் மின்னழுத்தம் 3V - 20V a.c

போட்டோ டையோடு (Photo Diode)

சிலிக்கான் போட்டோ டையோடு என்பது ஒளியை உணரும் (Photo sensitive) ஒரு குறைகடத்தி உறுப்பாகும். இது ஒளிக்கதிர்களை (light signals) மின்னலையாக (electrical signals) மாற்றித் தரும் ஒரு போட்டோ டிடெக்டர் ஆகும்.



படம் 5.4. (a)



படம் 5.4. (b)

அமைப்பு

படம் **5.4 (a, b)** ல் போட்டோ டயோடின் அமைப்பு மற்றும் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த டயோடு ஆனது குறைகடத்தியால் உருவாக்கப்பட்டு சீலிடப்பட்ட பிளாஸ்டிக் அல்லது கண்ணாடி பெட்டியில் வைக்கப்படுகின்றது. இதன் மொத்த பரப்பில் PN சந்தியின் குறுக்கே உள்ள சிறிய பகுதியில் மட்டும் ஒளிக்கதிர்கள் விழுமாறு வடிவமைக்கப்படுகின்றது. எனவே மற்ற பகுதிகளில் ஒளிக்கதிர்கள் ஊடுருவாத வண்ணம் ஏதேனும் ஒரு கலவை பூசப்பட்டு வெளிச்சம் தடுக்கப்படுகின்றது. ஒரு லென்ஸ் மூலம் ஒளிக்கதிர்கள் சந்தியில் விழச் செய்யப்படுகின்றது.

வேலை செய்யும் முறை

பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்ட PN போட்டோ டயோடு சந்தியில் ஒளிக்கதிர்கள் விழும்போது எலக்ட்ரான்-ஹோல் ஜோடிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவைகள் சரியான முறையில் இணைக்கப்பட்ட சுற்றில் ஓடுவதால், மின்னோட்டம் (I) நிகழ்கின்றது. இவ்வாறு ஏற்படும் போட்டோ மின்னோட்டத்தின் (Photo current) அளவு சார்ஜ் கேரியர்களின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து அதாவது டயோடில் விழும் ஒளிக்கதிர்களை பொருத்தே அமையும்.

பயன்கள் (Application)

i. இவை ஒளி டிடெக்டர்களாகவும், பண்பிறக்கிகளாகவும் (Demodulator) மற்றும் என்கோடர் (Encoder) ஆகவும் பயன்படுகின்றது.

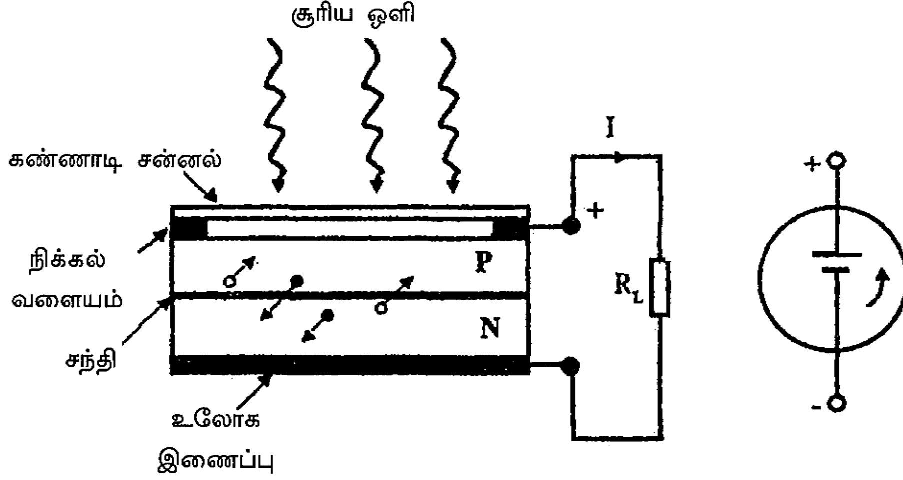
ii. இவை அதிவேக கவுன்டிங் சுற்றாகவும், ஸ்விட்சிங் சுற்றாகவும் பயன்படுகின்றது.

iii. இவை ஒளியால் இயங்கும் ஸ்விட்சாக (light operated switch) பயன்படுகின்றது.

சூரிய மின்கலன் (Solar Cell)

ஒரு போட்டோ வோல்டாயீக் மின்கலனில் சூரிய ஒளிபடும்போது அதன் சக்தியானது மின்சார சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. இவ்வகை சக்தி மாற்றியை சோலார் செல் அல்லது சோலார் பேட்டரி

என்கிறோம். இவை செயற்கைக்கோள் (satellite) செயற்படுவதற்கு தேவையான மின்சக்தியை வழங்க பெரிதளவில் உதவுகின்றது. படம் 5.5 (a) சூரிய மின்கலன் அமைப்பையும் 5.5 (b) அதன் குறியீட்டையும் காட்டுகிறது



படம் 5.5 a, b

இந்த வகை செல்களில் கிறிஸ்டல் குறைகடத்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதில் P-வகை மற்றும் N-வகை கலப்பு பொருள்கள் டோப் செய்யப்பட்டு PN சந்தி உருவாக்கப்படுகின்றது. இதிலுள்ள கண்ணாடி தட்டு G யின் உள்ளே சூரிய ஒளி நுழைந்து அதன் சந்திப் பகுதியை அடைகிறது. இதனால் சந்தியில் உருவாக்கப்படும் போட்டான் (Photon) ஆனது, அதன் இணைதிறன் (Valence) எலக்ட்ரானுடன் மோதி போதுமான சக்தியை கடத்தும் பட்டைக்கு (Conduction band) கொண்டு செல்கின்றது. இதன் விளைவாக எலக்ட்ரான்-ஹோல் ஜோடிகள் உருவாகின்றன. இதில் புதிதாக உருவான எலக்ட்ரான்கள் P - பகுதியில் மைனாரிட்டி கேரியர்களாக அமைகின்றன. இவை எளிதாக சந்தியைக் கடக்கின்றன. இதே போன்று ஹோல்கள் N- பகுதியில் இருந்து எதிர்திசையை கடக்கின்றன. எலக்ட்ரான்களும், ஹோல்களும் சந்தியின் குறுக்கே கடந்து செல்கின்றன. இதனால் மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் சந்திக்கு இருதிசையில் சேமிக்கப்படுகின்றன.

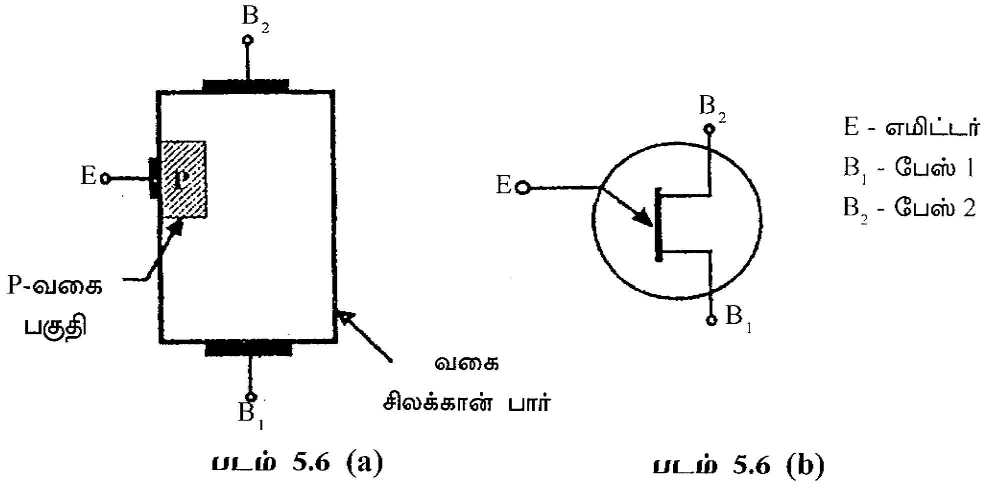
ஒரு சூரிய மின்கலம் 0.6V க்கு மேலான மின்னழுத்தத்தை உருவாக்குகின்றது. மின்சக்தியின் அளவானது, அது செயல்புரியும் பரப்பளவைப் பொருத்தே அமையும். ஒரு செல்லில் வெளிப்படும் சராசரி மின்சக்தி 30 mW/Sq inch என்ற அளவில் இருக்கும். இதன் லோடு மின்தடை 4 Ω ஆகும். வெளியீட்டு மின்சக்தியை அதிகரிக்க வேண்டுமெனில், செல்களின் எண்ணிக்கையை தொடர் மற்றும் பக்கவாட்டில் அதிகரிக்க வேண்டும். சோலார் செல்லின் திறனைக் கணக்கிட கீழ்கண்ட சூத்திரத்தை பயன்படுத்த வேண்டும்.

$$\text{திறன் (Efficiency)} = \frac{\text{வெளியீட்டு மின் ஆற்றல்}}{\text{ஒளி ஆற்றல்}}$$

இந்நிலையில் திறனாது 10 முதல் 40% வரை உள்ளது. சோலார் செல்லை தயாரிக்க சிலிக்கான் மற்றும் செல்லேனியம் பெரிதளவில் பயன்படுகின்றன. இவை வெப்பத்தை ஏற்கும் குணநலன்களை சிறப்பாக பெற்றுள்ளன.

யூனி ஜங்சன் டிரான்சிஸ்டர் (Uni junction Transistor - UJT)

யூனி ஜங்சன் டிரான்சிஸ்டர் என்பது மூன்று முனைகளை (terminals) உடைய ஒரு சிலிக்கான் குறைகடத்தி சாதனமாகும். இதன் பெயருக்கேற்ப இதில் ஒரே ஒரு PN சந்தி உள்ளது. இந்த சாதனத்தால் சிக்னலை பெருக்க இயலாது, எனினும் ஏ.சி. மின்சக்தியை கட்டுபடுத்த இயலும், இது எதிர் மின்தடை பண்பினை (Negative resistance characteristics) கொண்டதாக இருப்பதால், இதனை ஆசிலேட்டர் (Oscillator) ஆகவும் பயன்படுத்த முடியும்.



படம் 5.6 (a) படம் 5.6 (b)

கட்டமைப்பு

படம் 5.6 (a)-ல் UJT ன் அமைப்பும், படம் 5.6 (b)-ல் அதன் குறியீடும் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது சிறிதளவு டோப் செய்யப்பட்ட ஒரு N வகை சிலிக்கான் பார் ஆகும். இதன் இரு முனைகளிலும் பேஸ் 1 (B_1) மற்றும் பேஸ் 2 (B_2) என்ற இணைப்புகள் உள்ளன. பேஸ் 2 (B_2) விற்கு அருகில் நன்கு டோப் செய்யப்பட்ட ஒரு P-வகை பகுதி ஆனது சிலிக்கான் பார் உடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இது படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு PN சந்தியை உருவாக்குகிறது. P-வகை பகுதி எமிட்டர் (E) என்று அழைக்கப்படுகிறது. UJT-யின் இரண்டு பேஸ் முனைகளும் ஒரு PN சந்தியை கொண்டதாக இருப்பதால், இரு பேஸ் டயோடு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. பேஸ் 1 மற்றும் பேஸ் 2க்கு இடையே உள்ள மின்தடை (R_{BB}) ஆனது இன்டர் பேஸ் மின்தடை எனப்படும். இதன் மதிப்பானது எமிட்டர் இணைப்பு திறந்து இருக்கும் போது மிக அதிகமாக (5 - 10KΩ) இருக்கும்.

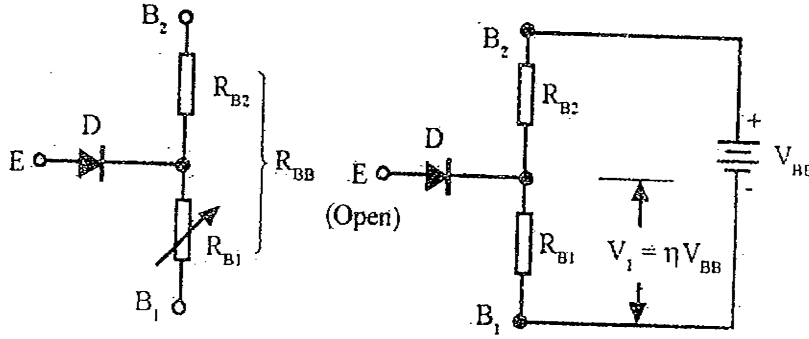
UJT-ன் சமநிலைச் சுற்று (Equivalent Circuit)

படம் 5.6 (c)-ல் UJT ன் சமநிலைச் சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் டயோடு D ஆனது PN சந்தி எமிட்டரில் மின்தடை R_{BB} ஆனது எவ்வித மின்சப்ளையும் தரைப்படாத நிலையில் திறந்த நிலையில் பேஸ் B_1 மற்றும் B_2 விற்கு இடைப்பட்ட மொத்த மின்தடையை குறிக்கிறது. மின்தடை R_{BB} இன்டர்பேஸ் மின்தடை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இன்டர்பேஸ் மின்தடை ஆனது RB_1, RB_2 ஆகிய இரு மின்தடைகளிக் தொடரினைப்பாக குறிக்கப்படுகிறது.

$$R_{BB} = RB_1 + RB_2$$

இதில் R_{B1} என்பது பேஸ் B_1 க்கும் எமிட்டர் சந்திக்கும் இடைப்பட்ட சிலிக்கான் பாரின் மின்தடையையும், R_{B2} என்பது பேஸ் B_2 க்கும் எமிட்டர் சந்திக்கும் இடைப்பட்ட சிலிக்கான்

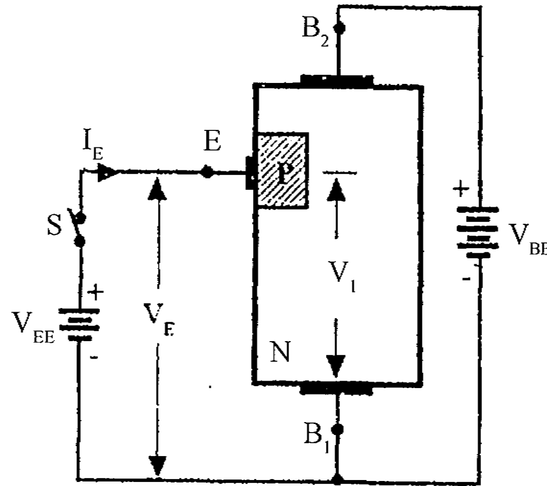
பாரின் மின்தடையையும், குறிக்கின்றன. மின்தடை R_{B1} ஆனது மாறுதலை அடையக்கூடியது, ஏனென்றால் இதன் மதிப்பானது PN சந்திக்கு இணையாக உள்ள பயாஸ் மின்னழுத்தத்தை சார்ந்துள்ளது.



படம் 5.6 (c) **படம் 5.6 (d)**

வேலை செய்யும் முறை

படம் 5.6 (d) ல் UJT ன் பயாஸிங் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. பாட்டரி V_{BB} மூலமாக பேஸ் B2 ஆனது பேஸ் B_1 ஐப் பொருத்து நேர் மின்னழுத்தத்தில் இருக்குமாறு வைக்கப்படுகிறது. மேலும் பாட்டரி V_{EE} மூலமாக, பேஸ் B_1 ஐப்பொருத்து எமிட்டர் E ஆனது நேர் மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்படுவதால் PN சந்தி ஆனது எப்பொழுதும் முன்னோக்கு பயாஸ் நிலையில் இருக்கும்.



படம் 5.6. (E)

எமிட்டருக்கு மின்னழுத்தம் வழங்கப்படாத போது

எமிட்டர் முனையை ஸ்விட்ச் 'S' மூலம் திறந்து இருக்கும் போது இரண்டு பேஸ்களுக்கும் இடையே V_{BB} என்ற மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுமானால், N - வகை சிலிக்கான் பார் மீது ஒரு மின்னழுத்த சரிவு (Voltage gradient) உருவாகிறது. எமிட்டருக்கும் பேஸ் B_1க்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்த இழப்பு (V_1) ஆனது PN சந்தியை பின்னோக்கு பயாஸ் செய்வதால், எமிட்டர் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. (அதாவது UJT ஆனது ஆஃப் நிலையில் இருக்கும்) இருந்த

போதிலும், ஒரு சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டம் ஆனது பேஸ் B_2 ல் இருந்து எமிட்டரை நோக்கி பாய்கிறது.

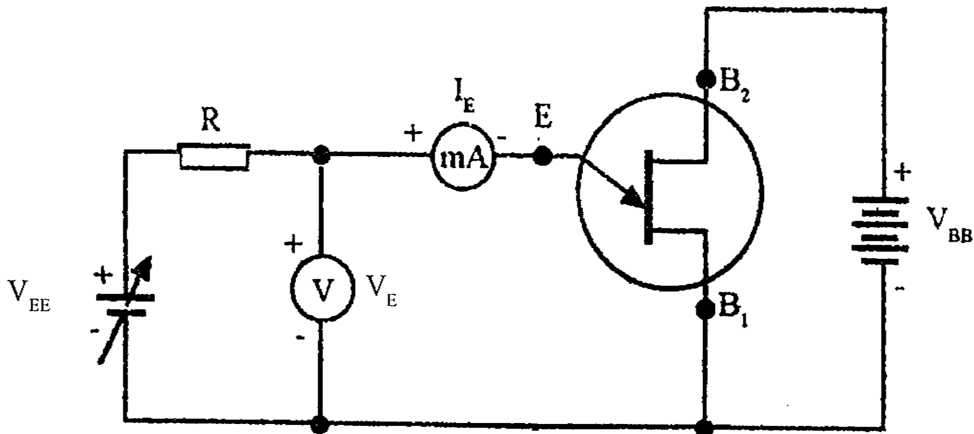
எமிட்டர்-க்கு நேர்மின்னழுத்தம் வழங்கப்படும் போது:

ஸ்விட்ச் 'S' ஐ ஆன் செய்வதன் மூலம் எமிட்டருக்கு ஒரு நேர் மின்னழுத்தம் வழங்கப்படுகின்றது. இதில் எமிட்டர் மின்னழுத்தம் ஆனது V_1 ஐ விடவும் குறைவாக இருக்கும் வரை PN சந்தி ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. எமிட்டர் மின்னழுத்தம் (V_E) ஆனது V_1 ஐ விடவும் அதிகரிக்கப்படும்போது, PN சந்தி முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு P பகுதியில் இருந்து N வகை சிலிக்கான் பாருக்கு ஹோல்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. இந்த ஹோல்கள் B_2 ஆல் தடுக்கப்படுவதால், B_1 ஆல் ஈர்க்கப்படுகின்றன. எமிட்டருக்கும் பேஸ் B_1 க்கும் இடைப்பட்ட பகுதியில் ஹோல்கள் இருப்பதால், இந்த பகுதியின் கடத்தும் தன்மை அதிகரிக்கிறது. இது எமிட்டருக்கும் பேஸ் B_1 க்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்தத்தை குறைக்கிறது. இதனால் சந்தி ஆனது அதிகப்படியாக முன்னோக்கு பயாஸ் ஆகிறது. இதன் மூலம் எமிட்டர் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது. இந்த நிகழ்வுகள் பூரித (Saturation) நிலையை அடையும் வரை தொடர்கிறது. இப்பொழுது UJT ஆனது ON நிலையில் உள்ளது. இச்சூழ்நிலையில் எமிட்டர் மின்னோட்டத்தை, எமிட்டர் சப்ளை மின்னழுத்தம் (V_E) கொண்டு மட்டுமே கட்டுப்படுத்த இயலும்.

எமிட்டருக்கு எதிர் மின்னழுத்தம் வழங்கப்படும் போது

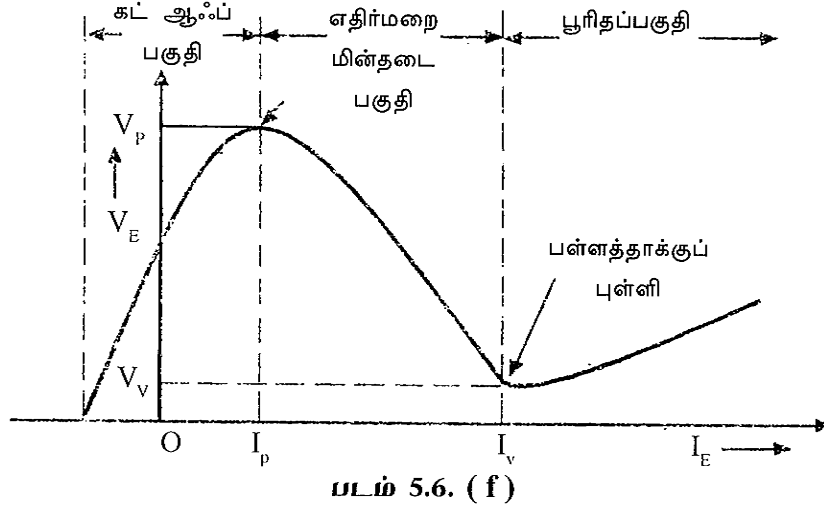
எமிட்டருக்கு எதிர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும் போது PN சந்தி ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுவதால் எமிட்டர் மின்னோட்டமானது பூஜியமாக இருக்கும். இந்நிலையில் UJT ஆனது OFF ஆகிவிடும்.

UJT யின் குணநலன்கள் (Characteristics)



படம் 5.6. (e)

படம் 5.6 (e, f) UJT யின் மின்சுற்று மற்றும் அலை அமைப்பை காட்டுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தம் V_{BB} ல் UJT ன் எமிட்டர் மின்னழுத்தம் (V_E)-க்கும், எமிட்டர் மின்னோட்டம் (I_E)-க்கும் இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) ஆகும். இது எமிட்டரின் குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகின்றது.



படம் 5.6. (f)

i) கட் ஆஃப் பகுதி : (Cut off Region)

ஆரம்பத்தில் எமிட்டர் மின்னழுத்தம் (V_E) ஆனது பூஜியத்திலிருந்து அதிகரிக்கும் போது மைனாரிட்டி கேரியர்கள் காரணமாக எமிட்டர் சுற்றில் சிறிதளவு கசிவு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்நிலையானது உச்ச மதிப்பை (Peak value) அடையும் வரை தொடர்கிறது. உச்ச மதிப்பிற்கு இடது பக்கமாக உள்ள பகுதியானது கட் ஆஃப் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த நிலையில் UJT ஆனது OFF நிலையில் இருக்கும்.

ii. எதிர் மின்தடை பகுதி: (Negative resistance region)

எமிட்டர் மின்னழுத்தமானது உச்சமதிப்பை அடையும் போது எமிட்டர் மின்னோட்டம் பாய ஆரம்பிக்கிறது. உச்ச மதிப்பிற்கு மேல் எமிட்டர் மின்னழுத்தத்தை (V_E) மேலும் அதிகரிக்கும் போது, எமிட்டர் மின்னோட்டம் ஆனது திடீரென அதிகரிக்கிறது. அதே நேரத்தில் எமிட்டர் மின்னழுத்தம் (V_E) குறைந்தால் எதிர் மின்தடை உருவாகிறது. இந்நிலை Valley point அடையும் வரை நீடிக்கிறது உச்சமதிப்பிற்கும், Valley Point-ற்கும் இடையே உள்ள பகுதி ஆனது எதிர் மின்தடை பகுதி (Negative Resistance Region) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

iii. பூரிதப் பகுதி (Saturation region)

Valley Point-ற்கு பின்னர், மின்னோட்டமானது உச்சமதிப்பை அடைகிறது. இந்த நிலையை பூரிதப் பகுதி என்கிறோம். இந்த பகுதியில் UJT ஆனது ON நிலையில் இருக்கும். இதில் எமிட்டர் மின்னோட்டத்தை (I_E) அதிகரிக்கும் போது, மின்னழுத்தமானது (V_E) ஏறக்குறைய மாறாமல் இருக்கும்.

UJT யின் பயன்கள் (Application)

i. நேர சுற்றுகளில் (Time Base Circuits) பயன்படுகின்றது.

ii. ஸ்விட்சிங் சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.

iii. ஃபேஸ் கன்ட்ரோல் (Phase control) சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.

iv. SCR மற்றும் டிரையாக் சுற்றுகளை இயக்க பயன்படுகின்றது.

v இரம்பப்பல் (Sawtooth) சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது

vi. பல்ஸ் ஜெனரேட்டரில் பயன்படுகின்றது.

ஃபீல்ட் எபக்ட் டிரான்சிஸ்டர் (Field Effect Transistor, FET)

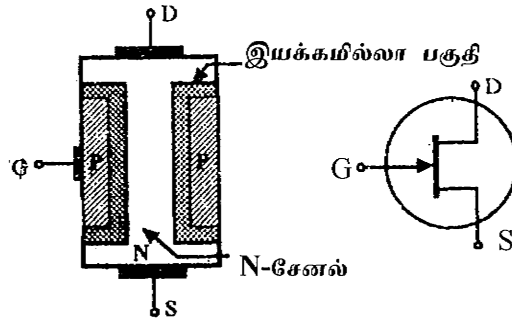
ஃபீல்ட் எபக்ட் டிரான்சிஸ்டர் (FET) என்பது மூன்று முனைகளை (Terminals) கொண்ட ஒரு யுனிபோலார் குறைகடத்தி சாதனமாகும். இதில் மின்சாரமானது மின்புலத்தால் (Voltage) கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் எலக்ட்ரான் அல்லது ஹோல்களை மட்டுமே சார்ந்துள்ளதால், இது "யுனிபோலார் உறுப்பு" (Uni Polar device) என்று அழைக்கப் படுகின்றது.

FET இரண்டு வகைப்படும். அவை

i. N - Channel JFET

ii. P - Channel JFET

N - Channel JFET



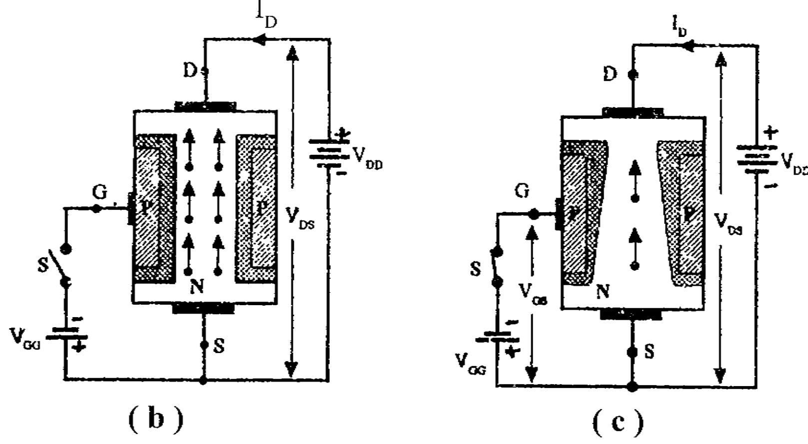
படம் 5.7. (a)

படம் 5.7 (a)-ல் N - Channel JFET-ன் அமைப்பு படம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் சீராக டோப் செய்யப்பட்ட ஒரு N - வகை குறைகடத்தி பார் உள்ளது. இந்த பார் பகுதியின் இருபுறத்திலும் அதிக அளவில் டோப் செய்யப்பட்ட P - வகை பகுதிகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு P- பகுதிகளும் உள்ளுக்குள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டு, வெளியே எடுக்கப்படும் முனையானது Gate (G) என்றழைக்கப்படுகிறது. மேலும் N - வகை குறைகடத்தி பாரின் இருபுறமும் ஓமிக் இணைப்பு கால்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டு இரண்டு முனைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் ஒரு முனையானது Source (S) என்றும், மற்றொரு முனையானது Drain (D) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு முனைகளையும் ஒன்றுக்கொன்று மாற்றியும் பயன்படுத்த முடியும். Source என்பது மெஜாரிட்டி கேரியர்கள், பாரின் உள்ளே நுழையும் முனையாகும். Drain (D) என்பது மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் பாரை விட்டு வெளியேறும் முனையாகும்.

இரண்டு P பகுதிகளும் அதிக அளவில் டோப் செய்யப்பட்டும், N - வகை பார் ஆனது குறைவாக டோப் செய்யப்பட்டும் இருந்தால், இரண்டு டிப்ளிஜன் லேயர்கள் (Deplition layer) படத்தில் 5.7 (a) காட்டியுள்ளபடி உருவாகும். இவ்வாறு உருவாகும் இரண்டு டிப்ளிஜன் லேயர்களுக்கு இடையே உள்ள பகுதி ஆனது "Channel" என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த சேனல் வழியாக மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் (எலக்ட்ரான்) Source இருந்து Drain க்கு செல்கின்றன.

Drain Source மின்னழுத்தம் (V_{DS}) மற்றும் Gate source மின்னழுத்தம் V_{GS} இரண்டும் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும் போது டிப்ஸிஜன் லேயரின் அளவு படம் 5.7 (a) காட்டியுள்ளபடி சிறியதாகவும், சீரானதாகவும் இருக்கும்.

வேலை செய்யும் முறை:



படம் 5.7. (b, c)

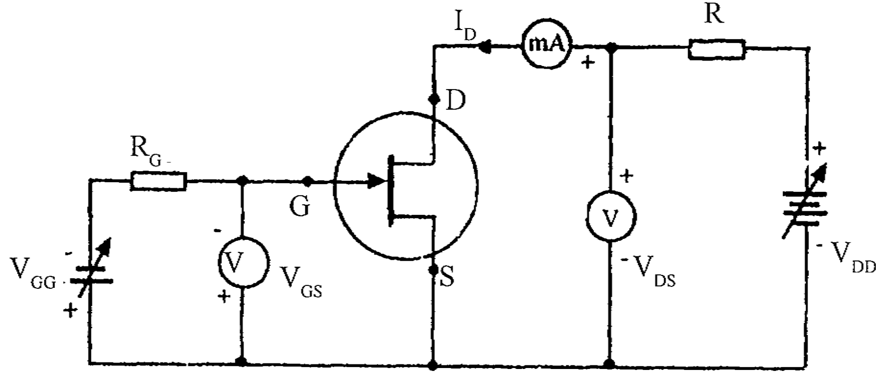
ஒரு N - Channel FET ல் பொதுவாக Gate (G) ஆனது பேட்டரி V_{GG} மூலமாக எதிர் மின்னழுத்தத்தில் (Source 'S' ஐப் பொருத்து) வைக்கப்பட்டிருக்கும். அதாவது N - Channel FET-ன் இரண்டு PN டயோடு சந்திகளும் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டிருக்கும். Drain (D) முனையானது பேட்டரி V_{DD} மூலமாக நேர்மின்னழுத்தத்தில் (Source 'S' ஐ பொருத்து) வைக்கப்பட்டிருக்கும். படம் 5.7 (b) N - Channel JFET ன் மின் சுற்றுபடத்தை காட்டுகின்றது.

V_{DS} என்பது JFET Drain மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தம் எனவும், அதன் Gate க்கும் Source க்கும் இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தம் பூஜ்யம் எனவும் எடுத்துக் கொள்வோம். இப்போது படம் 5.7 (b)-ல் காட்டியுள்ளபடி இரண்டு PN சந்திகளிலும் மெல்லிய சீரான டிப்ளிஷன் லேயர் உருவாகியிருக்கும். எனவே இரண்டு டிப்ளிஷன் லேயர்களுக்கு இடைப்பட்ட பெரிய Channel வழியாக அதிக அளவு எலக்ட்ரான்கள் Source ல் இருந்து Drain ஐ நோக்கிப் பாய்கின்றன. இதனால் Drain மின்னோட்டம் (I_d) உருவாகிறது.

படம் 5.7 (c)-ல் காட்டியுள்ளபடி Gate மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே ஒரு பின்னோக்கு மின்னழுத்தம் (V_{GS}) அளிக்கப்படுவதாக கொள்வோம். இப்பொழுது இரண்டு சந்திகளும் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுவதால், டிப்ளிஷன் லேயரின் அகலம் (width) அதிகரிக்கிறது. இதனால் Channel ன் அகலம் குறைந்து அதன் வழியாக செல்லும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. அதாவது Drain மின்னோட்ம் (I_d) ஆனது குறைகிறது. மேலும் N - Channel மீது பரவியிருக்கும் மின்னழுத்த இழப்பின் காரணமாக, Gate-ஐ ஒட்டிய மேல் பகுதியில் (Drain-ன் அருகில்) உள்ள பின்னோக்கு மின்னழுத்தமானது Gate ன் அடிப்பகுதியில் (Source-ன் அருகில்) உள்ள பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தை விட அதிகமாக இருக்கும். எனவே டிப்ளிஷன் லேயரானது Drain க்கு அருகில் பெரியதாக உள்ளது. இதனால் Channel ஆனது படம் 5.7 (c) யில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு பக்கம் அகலமாகவும் மற்றொரு பக்க குறுகலாகவும் (Wedge) உள்ள வடிவத்தில் இருக்கும்.

JFET வழியாக பாயும் மின்சாரமானது Channel ன் அகலத்தைப் பொருத்து உள்ளது. Channel-ன் அகலமானது டிப்ளிஜன் லேயரின் தடிமனைச் சார்ந்துள்ளது. ஆனால் டிப்ளிஜன் லேயரின் தடிமனானது Gate மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை (V_{GS}) சார்ந்துள்ளது. எனவே Drain மின்னோட்டமானது (I_d) Gate-க்கு அளிக்கப்படும் எதிர் மின்னழுத்தத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எனவே தான் இந்த சாதனத்தை ஃபீல்ட் எபக்ட் டிரான்சிஸ்டர் (FE T) என்று அழைக்கிறோம்.

JFET-ன் ஸ்டேட்டிக் குணநலன்கள் (Static Characteristics)



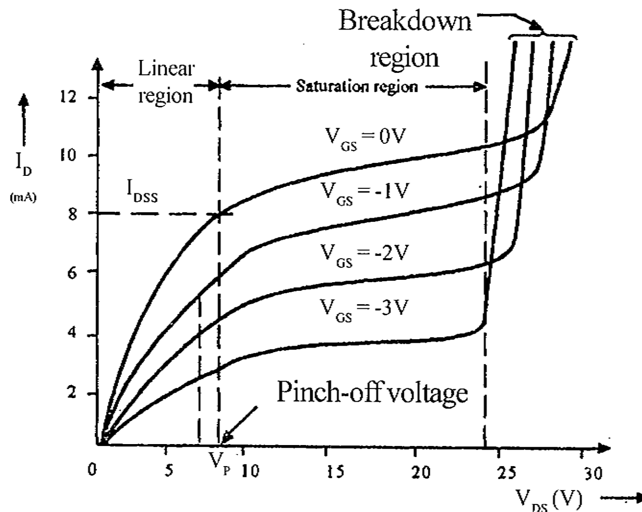
படம் 5.7. (d)

படம் 5.7 (d)-ல் ஒரு JFET ன் குணநலனை அறிவதற்கு தேவையான மின்சுற்று படம் காட்டப்பட்டுள்ளது. Gate Source மின்னழுத்தம் (VGS)-ஐ ஒரு மாறாத மதிப்பில் வைத்துவிட்டு, Drain-source மின்னழுத்தத்தை (V_{DS}) படிப்படியாக உயர்த்தி ஒவ்வொரு முறையும் அதற்குறிய Drain மின்னோட்டம் I_d ஆனது குறிக்கப்படுகிறது. இதே செய்முறை பல்வேறு V_{GS} மதிப்புகளுக்கு செய்யப்படுகிறது. இதிலிருந்து கிடைக்கும் நிகழ்வுகளில் இருந்து இரண்டு குணநல வரைபடங்கள் வரையப்படுகின்றன அவை.

1. Drain குணநலன்கள் (Drain Characteristics)

2. டிரான்ஸ்பர் குணநலன்கள் (Transfer Characteristics)

1. Drain குணநலன்கள் (அ) வெளியீட்டு குணநலன்கள்



படம் 5.7. (e)

Drain மின்னோட்டத்திற்கும் I_d Drain Source மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) ஆனது Drain குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. படம் 5.7 (e)-ல் drain குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன i. லீனியர் பகுதி (Linear region) ii. பூரிதப் பகுதி (Saturation region) iii. பிரேகடவுன் பகுதி (Breakdown region)

i. *லீனியர் பகுதி* (Linear Region)

ஆரம்பத்தில் drain-source மின்னழுத்தம் (V_{DS}) அதிகரிக்கும் போது drain மின்னோட்டம் (I_D) அதிகரிக்கிறது. இந்த I_D ஆனது ஏறக்குறைய V_{DS} க்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். அதாவது ஆரம்பநிலையில் N வகை குறைகடத்தி பார் ஆனது சாதாரண மின்தடை போன்று செயல்படுவதால் I_D, V_{DS} ம் லீனியராக அதிகரிக்கின்றன. குணநல வரைப்படத்தில் இந்த பகுதி (OA) லீனியர் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ii. *பூரிதப் பகுதி* : (Saturation region)

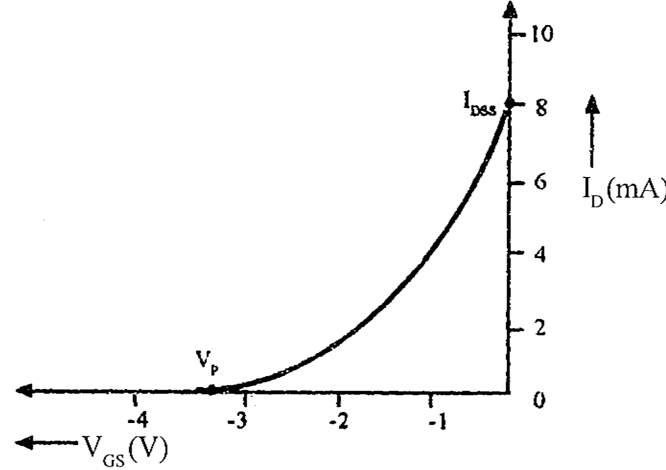
ஒரு குறிப்பிட்ட drain-source மின்னழுத்தத்தில் V_{DS} க்கு மேல் Drain மின்னோட்டம் I_d ஆனது ஏறக்குறைய மாறாத நிலையை (Saturation) அடைகிறது. இந்த Drain source மின்னழுத்தம் (V_{DS} - V_P) ஆனது பின்ச் ஆஃப் மின்னழுத்தம் (Pinch off voltage) என்று அழைக்கப்படுகிறது. எந்தவொரு குறிப்பிட்ட drain-source மின்னழுத்தத்திற்கு மேல் drain மின்னோட்டமானது ஏறக்குறைய மாறாத நிலையை அடைகிறதோ, அந்த மின்னழுத்தமானது பின்ச் ஆஃப் மின்னழுத்தம் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது. பின்ச் ஆஃப் மின்னழுத்தத்தை அடைந்த பின்னர் டிப்ளிஜன் லேயர்கள் ஒன்றை ஒன்று ஏறக்குறைய தொடும் நிலையை அடைவதால், Channel-ஆனது மிகவும் குறுகியதாகி விடுகிறது. எனவே இந்நிலையில் V_{DS} ஆனது அதிகரித்தாலும் Drain மின்னோட்டமானது மிககுறைந்த அளவே அதிகரிக்கிறது. அதாவது Drain மின்னோட்டமானது ஏறக்குறைய மாறாத நிலையை அடைகிறது. இந்த பகுதியானது பூரிதப் பகுதி அல்லது ஆம்பிளிபயர் பகுதி அல்லது பின்ச் ஆஃப் பகுதி என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

இந்த பகுதியில் FET ஆனது ஒரு நிலையான மின்னோட்ட சாதனமாக (Constant current device) செயல்படுகின்றது. மேலும் பின்னோக்கு பயாஸ் gate source மின்னழுத்தத்தை (V_{GS}) அதிகரிக்கும் போது பின்ச் ஆஃப் மின்னழுத்தத்தின் (V_P) மதிப்பு குறைவது வரைபடத்தில் தெளிவாக தெரிகிறது.

iii. *பிரேக்டவுன் பகுதி* (Break down region)

Drain source மின்னழுத்தத்தை (V_{DS}) மேலும் அதிகரிக்கும்போது ஒரு குறிப்பட்ட மின்னழுத்தததிற்கு பின்னர் Drain மின்னோட்டமானது ஏறக்குறைய செங்குத்தாக, மிக அதிகமாக உயர்கிறது. இந்த பகுதியில் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்ட PN சந்திகளில் 'அவலான்ச் பிரேக்' டவுன் (Avalanche breakdown) ஏற்படுவதால் Drain மின்னோட்டமானது இவ்வாறு திடிரென அதிகரிக்கிறது. எனவே இந்தப் பகுதியானது பிரேக்டவுன் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகிறது. பின்னோக்கு பயாஸ் Gate - source மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது பிரேக்டவுன் ஏற்பட்டு Drain - source மின்னழுத்தம் V_{DS} ஆனது குறைவது படம் **5.17** (e) ல் இருந்து தெளிவாகத் தெரிகிறது.

2. டிரான்ஸ்பர் குணநலன்கள் (அல்லது) மியுச்சுவல் குணநலன்கள் (Transfer Characteristics or Mutual Characteristics)



படம் 5.7. (f)

மாறாத Drain-source மின்னழுத்தத்தில் (V_{DS}) drain மின்னோட்டத்திற்கும் (I_d) Gate-Source மின்னழுத்தத்திற்கும் (V_{GS}) இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) ஆனது டிரான்ஸ்பர் குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இது மியுச்சுவல் குணநலன்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது ஒரு N - Channel JFET ன் டிரான்ஸ்பர் குணநல வரைபடம் **5.1**7 (f)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. $V_{GS} = 0$ ஆக இருக்கும் போது $I_D = I_{DS}$ ஆகவும், $I_D = 0$ ஆக இருக்கும் போது, $I_{GS} = V_P$ ஆகவும் இருப்பது படத்தில் தெளிவாக தெரிகிறது.

P - Channel JFET

ஒரு P - வகை குறைகடத்தி பாரி-ன் இருபக்கமும் N வகை பொருட்கள் சேர்க்கப்பட்டு P - Channel JFET உருவாக்க முடியும். P - Channel JFET வேலை செய்யும் விதம் N - Channel JFET வேலை செய்யும் விதத்தை ஒத்துள்ளது. ஆனால் P - Channel JFET ல் ஹோல்கள் மெஜாரிட்டி கேரியர்களாக செயல்படுகின்றன. மேலும் V_{DD} மற்றும் V_{GG} ஆகிய பேட்டரிகளின் பொலாரிட்டி (Polarity) பின்னோக்கு முறையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

FET-ன் நன்மைகள்:

i. இதன் உள்ளீடு மின்தடை அதிகம்

ii. இதன் வடிவம் சிறியது

iii. வலிமையானது.

iv. ஆயுட்காலம் அதிகம்.

v. அதிர்வெண் ஏற்கும் திறன் சிறப்பானது.

vi. இரைச்சல் அளவு குறைவு.

vii. வெப்பத்தை நிலைப்படுத்தும் தன்மை (Thermal stability) அதிகம்.

viii. இதன் மின்சக்தி லாபம் (Power gain) அதிகம்.

ix. இது அதிர்வுகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

தீமைகள்:

i. இதன் மின்னழுத்த லாபம் குறைவு.

ii. லாபம்-பட்டையகல பெருக்கம் குறைவு.

iii. அதிக மின்னழுத்த வேறுபாட்டால் பாதிப்படைகின்றது.

iv. இதனை பொருத்தும் போது அதிக கவனம் மேற்கொள்ள வேண்டும்.

JFET மற்றும் BJT ஒப்பிடுதல்

வ.எண்	JFET	BJT
1.	இது ஒரு யுனிபோலார் சாதனம் ஆகும்.	இது ஒரு பைபோலார் சாதனம் ஆகும்.
2.	இது ஒரு மின்னழுத்தத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படும் சாதனம்.	இது மின்னோட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படும் சாதனம்.
3.	இதன் உள்ளீடு மின்தடை அதிகம்	இதன் உள்ளீடு மின்தடை குறைவு.
4.	இதன் மின்சக்தி லாபம் அதிகம்	இதன் மின்சக்தி லாபம் குறைவு
5.	இதன் இரைச்சல் அளவு குறைவு.	இதன் இரைச்சல் அளவு அதிகம்
6.	இதன் ஸ்விட்சிங் வேகம் அதிகம்.	இதன் ஸ்விட்சிங் வேகம் குறைவு
7.	இதை தயாரிப்பது எளிது மேலும் IC ல் இதற்கு குறைவான இடம் போதுமானது.	இதை தயாரிப்பது சற்று கடினம். மேலும் IC ல் இதற்கு அதிக இடம் தேவைப்படுகிறது.
8.	இதன் Source மற்றும் Drain முனைகளை ஒன்றுக் கொன்று மாற்றியும் பயன்படுத்தலாம்.	இதன் எமிட்டர் மற்றும் கலெக்டர் முனைகளை ஒன்றுக்கொன்று மாற்றி பயன்படுத்த இயலாது.

MOSFET

MOSFET என்பது Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor என்பதன் சுருக்கம் ஆகும். MOSFET-ல் gate ஆனது சேனலில் இருந்து பாதுகாப்பு செய்யப்பட்டுள்ளது. எனவே Gate ஆனது நேர் மின்னோட்டமாக இருந்தாலும், எதிர் மின்னோட்டமாக இருந்தாலும் மிகக் குறைந்த அளவே மின்னோட்டத்தை வழங்குகின்றது. எனவே MOSFET ஆனது இன்சுலேட்டட் gate FET (IGFET) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. Gate மின்னோட்டத்தின் அளவு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் MOSFET-ன் உள்ளீடு இம்பிடென்ஸ் ஆனது JFET ஐ விட மிகவும் அதிகமாக உள்ளது. MOSFET ல் இருவகைகள் உள்ளன. அவை

i. Enhancement MOSFET (E - MOSFET)

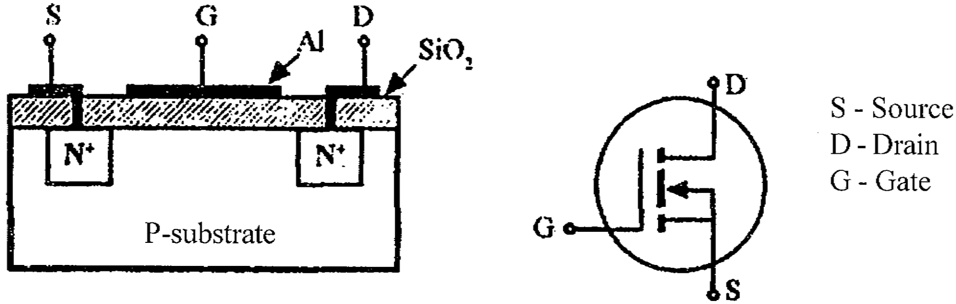
ii. Depletion MOSFET (De - MOSFET)

Enhancement MOSFET (E - MOSFET)

Enhancement MOSFET ஆனது enhancement நிலையில் மட்டுமே வேலை செய்கிறது. இது Gate - Source மின்னழுத்தம் (V_{GS}) பூஜ்ஜியமாக இருக்கும் போது கடத்தும் வேலையை செய்வதில்லை என்பதால் சாதாரணமாக OFF MOSFET என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது டிஜிட்டல் சுற்றுகளில் அதிக அளவில் பயன்படுகின்றது. இதில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. அவை i. N - Channel E - MOSFET ii. P - Channel E - MOSFET.

N - Channel E - MOSFET

கட்டமைப்பு

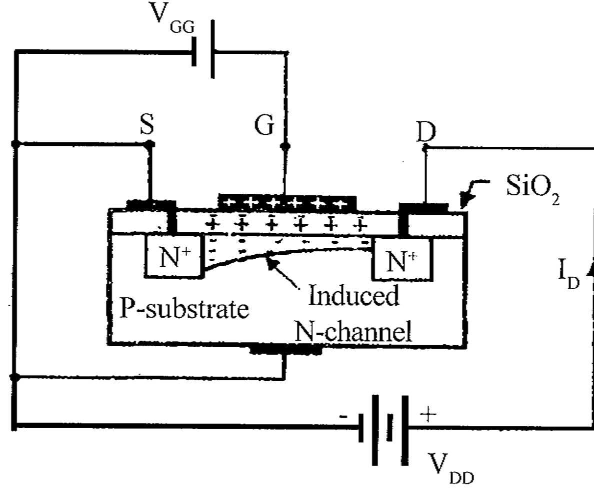


படம் 5.8. (a)

படம் **5.8** (a) N - Channel E - MOSFET ன் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு P-சப்ஸ்டிரேட் (P - Substrate) என்று அழைக்கப்படும் சிறிது டோப் செய்யப்பட்ட P-வகை குறைகடத்தியில் இரண்டு அதிக அளவு டோப் செய்யப்பட்ட N^+ பகுதிகள் உட்புகுத்தப்படுகின்றன. (diffuse). இந்த இரண்டு N பகுதிகளில் ஒன்று Source (S) ஆகவும் மற்றொன்று Drain (D) ஆகவும் செயல்படுகின்றன. இவற்றின் மீது ஒரு மெல்லிய சிலிக்கான்-டை-ஆக்சைடு (Sio_2) லேயரானது உருவாக்கப்பட்டு, அதன் மீது Source மற்றும் drain க்கு தேவையான துளைகள் இடப்பட்டு உலோக (metal) இணைப்புக்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு மெல்லிய அலுமினிய உலோக லேயரானது சிலிக்கான் ஆக்ஸைடு (Sio_2) லேயரின் மீது Source மற்றும் drain க்கு இடையே உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அலுமினியம் லேயரானது Gate (G) ஆக செயல்படுகிறது இந்த மெட்டாலிக் Gate (G) குறைகடத்தி சப்ஸ்டிரேட் மற்றும் இந்த இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள Sio_2 லேயர் ஆகிய மூன்றும் சேர்ந்து பக்க இணைப்பு மின்தேக்கியாக (Parallel Plate Capacitor) செயல்படுகின்றன. இங்கு Sio_2 லேயரானது MOSFET-க்கு மிக அதிக உள்ளீடு இம்பிடென்ஸைச் ($10^{10}\Omega$ - $10^{15}\Omega$) கொடுக்கிறது.

செயல்படும் முறை:

படம் **5.8** (b) N - Channel E - MOSFET ன் பயாஸிங் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது. N - Channel E - MOSFET ஆனது எப்பொழுதுமே நேர்வகை Gate - Source மின்னழுத்தத்தில் தான் செயல்படுத்தப்படும். பேட்டரி V_{DD} ஆனது Drain முனைக்கு நேர் மின்னழுத்தத்தை அளிக்கிறது.



படம் 5.8. (b)

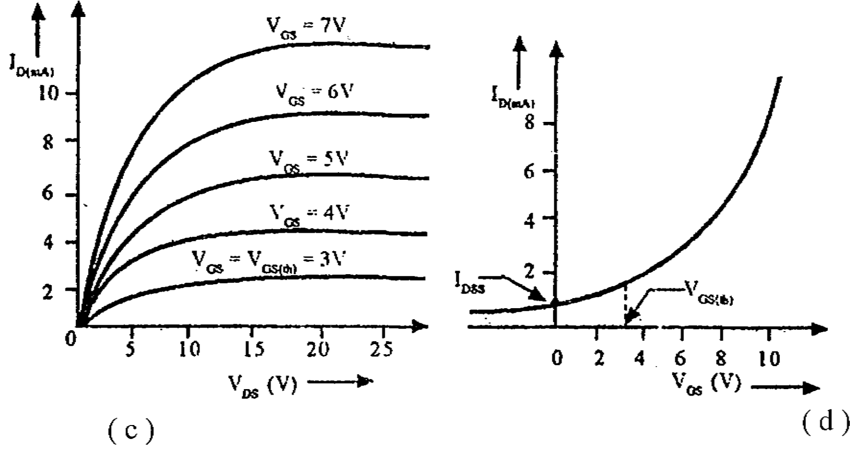
பேட்டரி V_{GG} ஆனது Gate முனைக்கு நேர் மின்னழுத்தத்தை அளிக்கிறது. P - சப்ஸ்டிரேட் ஆனது மிகக் குறைவான அளவு டோப் செய்யப்பட்டிருப்பதால், இது பொதுவாக Source உடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

Drain ஆனது Source ஐப் பொறுத்து நேர் மின்னழுத்ததிலும் VGS = 0 என்றும் இருக்கும் போது drain Channel PN சந்தி ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றது. எனவே மிகக்குறைந்த கசிவு மின்னோட்டம் (I_{DSS}) மட்டுமே MOSFET வழியாக பாய்கிறது. Gate முனைக்கு நேர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும் போது P - வகை சப்ஸ்டிரேட்டில் Sio_2 லேயருக்கு அருகில் தூண்டப்பட்ட நெகட்டிவ் சார்ஜ்கள் உருவாகின்றன. P - வகை சப்ஸ்டிரேட்டில் மைனாரிட்டி கேரியர்களாக உள்ள இந்த நெகட்டிவ் சார்ஜ்கள் Source மற்றும் Drain க்கு இடையே ஒரு N - வகை லேயரை உருவாக்குகின்றன. இதை இன்வர்ஷன் லேயர் (Inversion layer) எனலாம். இந்த இன்வர்ஷன் லேயர் ஆனது V_{GS} ன் ஒரு குறிப்பிட்ட threshold மின்னழுத்தத்தை ($V_{GS(th)}$) விட அதிகமாகும் போது மட்டுமே உருவாகிறது. இன்வர்ஷன் லேயரை உருவாக்கும் குறைந்த பட்ச Gate - Source மின்னழுத்தமானது threshold மின்னழுத்தம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. V_{GS} ஆனது $V_{GS(th)}$ ஐ விட அதிகமாக இருக்கும் போது, தூண்டப்பட்ட N - Channel வழியாக Drain மின்னோட்டமானது Drain-ல் இருந்து Source க்கு பாய்கிறது. எனவே drain மின்னோட்டமானது பாசிடிவ் gate மின்னழுத்தத்தால் அதிகரிக்கப்படுவதால், இந்த சாதனமானது Enhancement Type MOSFET என்று அழைக்கப்படுகிறது.

குணநலன்கள்:

i. Drain குணநலன்கள்:

மாறாத Gate - Source மின்னழுத்தத்தில் (V_{GS}) Drain மின்னோட்டத்திற்கும் (I_D) Drain-Source மின்னழுத்தத்திற்கும் (V_{DS}) இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) ஆனது drain குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகிறது. படம் 5.8 (c)-ல் N - Channel E - MOSFET-ன் drain குணநலன்கள் காட்டப்பட்டுள்ளது. Gate source மின்னழுத்தம் (V_{GS}) ஆனது threshold மின்னழுத்தத்தை ($V_{GS(th)}$) ஐ விட குறைவாக இருக்கும்போது drain மின்னோட்டமானது பூஜியமாக இருக்கும். இருந்தாலும் நடைமுறையில் மிகச்சிறிய அளவு Drain மின்னோட்டமானது MOSFET வழியாக பாய்வதை படத்தில் காணலாம். இது P - வகை சப்ஸ்டிரேட்டின் வெப்பத்தினால் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட



படம் 5.8. (c, d)

எலக்ட்ரான்கள் மூலம் ஏற்படுகிறது. மேலும் V_{GS} ஆனது $V_{GS(th)}$ ஐ விட அதிகமாக இருக்கும் போது குறிப்பிடத்தக்க அளவு Drain மின்னோட்டமானது MOSFET வழியாக பாய்கிறது. இவ்வாறு பாயும் Drain மின்னோட்டமானது Gate-source மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்கும் போது அதிகரிக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட Drain-source மின்னழுத்தத்திற்கு (G_{DS}) மேல் drain மின்னோட்டமானது அதன் பூரித மதிப்பை அடைகிறது.

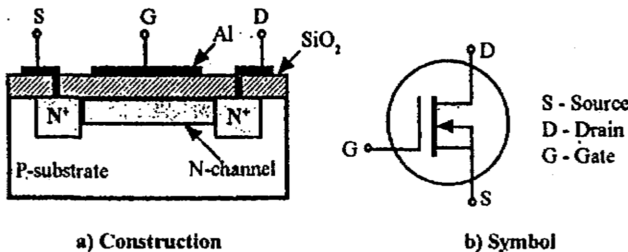
டிரான்ஸ்பர் குணநலன்கள் (Transfer Characteristics)

மாறாத drian-source மின்னழுத்தத்தில் (V_{DS}) drain மின்னோட்டத்திற்கு gate-source மின்னழுத்திற்கும் (V_{GS}) இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (Graph) ஆனது டிரான்ஸ்பர் குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகிறது. படம் 5.8 (d)-ல் N - Channel enhancement MOSFET-ன் டிரான்ஸ்பர் குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. Gate-source மின்னழுத்தமானது (V_{GS}) பூஜ்ஜியமாகவோ அல்லது அதற்கும் குறைவாகவோ இருக்கும் போது Drain மின்னோட்டம் எதுவும் பாய்வதில்லை. Gate-source மின்னழுத்தமானது (V_{GS}) threshold மின்னழுத்தம் $V_{GS(th)}$ ஐ விட அதிகமாகும் போது படம் 5.8 (d) ல் காட்டியுள்ளபடி drain மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது.

டிப்ளிஷன் MOSFET (De-MOSFET)

டிப்ளிஷன் MOSFET-ஐ டிப்ளிஷன் நிலையில் செயல்படுத்த முடியும். டிப்ளிஷன் MOSFET-ல் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. அவை i. N - Channel டிப்ளிஷன் MOSFET, ii. P - Channel டிப்ளிஷன் MOSFET.

N-சேனல் டிப்ளிஷன் MOSFET



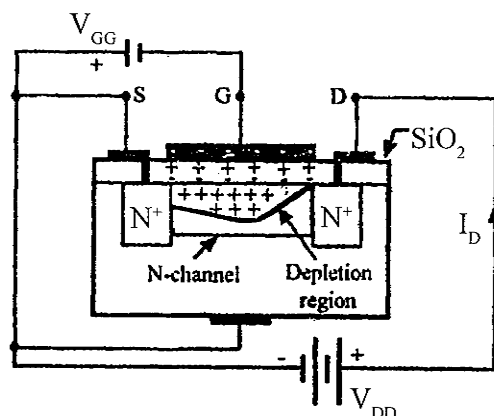
படம் 5.8. (e)

படம் 5.8 (e) ஒரு N - Channel டிப்ளிஷன் MOSFET ன் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் காட்டப்பட்டுள்ளது இதில் ஒரு குறைவான அளவு டோப் செய்யப்பட்ட P - வகை குறைகடத்தி சப்ஸ்டிரேட் (Substrate) உள்ளது. இந்த P - சப்ஸ்டிரேடில் இரண்டு அதிக அளவு டோப் செய்யப்பட்ட N^+ பகுதிகள் உட்புகுத்தப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் ஒன்று Source (S) என்றும் மற்றொன்று Drain (D) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. குறைந்த அளவு டோப் செய்யப்பட்ட ஒரு N - Channel ஆனது Source மற்றும் drain பகுதிகளுக்கு இடையே உட்புகுத்தப்படும் நிகழ்வு (Diffusion Process) மூலம் உருவாக்கப்படுகிறது. இவற்றின் மீது ஒரு மெல்லிய Sio2 லேயரானது உருவாக்கப்பட்டு அதன் மீது Source மற்றும் Drain-க்கு தேவையான துளைகள் இடப்பட்டு உலோக (Metal) இணைப்புகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு மெல்லிய அலுமினியம் உலோக லேயரானது Sio_2 லேயரின் மீது drain மற்றும் source-க்கு இடையே உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அலுமினிம் லேயரானது gate (G) ஆக செயல்படுகிறது. Sio_2 லேயரானது P சப்ஸ்டிரேட்க்கும், அலுமினியம் உலோக லேயருக்கும் இடையே மிகச்சிறந்த கடத்தாப் பொருளாக (Insulator) செயல்படுகிறது. எனவே இது ஒரு பக்க இணைப்பு மின்தேக்கி (Parallel Plate Capacitor) போன்று அமைந்துள்ளது.

செயல்படும் முறை

ஒரு டிப்ளிஷன் MOSFET ஆனது பின்வரும் இரு வேறுபட்ட நிலைகளில் செயல்படுகிறது.

i. டிப்ளிஷன் நிலை:



படம் 5.8 (f)

இந்த நிலையில் படம் 5.8 (f)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி source-ஐப் பொறுத்து gate ஆனது எதிர் மின்னழுத்தத்திலும் drain ஆனது நேர் மின்னழுத்தத்திலும் வைக்கப்பட்டிருக்கும். Gate-க்கு அளிக்கப்படும் எதிர் மின்னழுத்தமானது channel- ல் பாசிடிவ் சார்ஜை தூண்டுகின்றது. இதன் காரணமாக பாசிடிவ் சார்ஜை சுற்றியுள்ள சுதந்திர எலக்ட்ரான்கள் (Free electrons) விலக்கம் செய்யப்படுகின்றன. அதனால் Channel-ல் சுதந்திர எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. இதனால் கடத்தும் தன்மை (Conductivity) குறைகிறது. எனவே நெகடிவ் gate - source மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது drain மின்னோட்டமானது குறைகிறது.

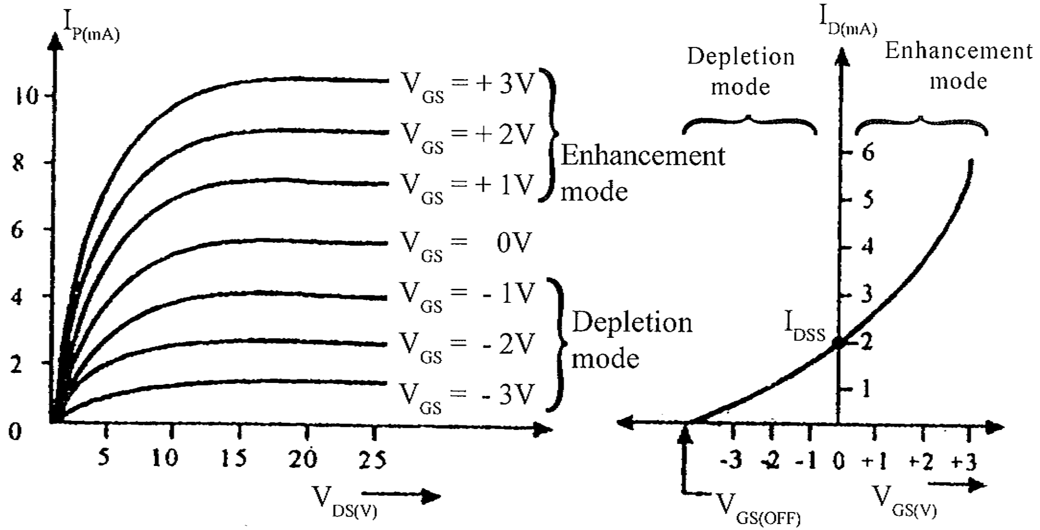
ii. Enhancement Mode

இந்த நிலையில் Source ஐப் பொறுத்து gate மற்றும் drain இரண்டுமே நேர் மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். Gate க்கு நேர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கும் போது N - Channel-ல் நெகட்டிவ்

சார்ஜ்கள் தூண்டப்படுகின்றன. இவ்வாறு தூண்டப்பட்ட நெகட்டிவ் சார்ஜ்கள் Source மற்றும் Drain-க்கு இடையே N - Channel-ன் கடத்தும் தன்மையை (Conductivity) அதிகரிக்கின்றன. எனவே பாசிடிவ் Gate-Source மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது drain மின்னோட்டமும் அதிகரிக்கிறது. ஆகவே இந்த நிலையானது enhancement நிலை என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இவ்வாறு gate-க்கு எதிர் மின்னழுத்தம் அல்லது நேர் மின்னழுத்தம் கொடுப்பதன் மூலம் டிப்ளிஷன் MOSFET-ஐ Depletion மோடு அல்லது Enhancement மோடில் செயல்படுத்த முடியும். டிப்ளிஷன் MOSFET-ல் gate source மின்னழுத்தமானது (V_{GS}) பூஜ்ஜியமாக இருந்தாலும், இது கடத்துகின்றது. இதன் காரணமாக depletion MOSFET ஆனது பொதுவாக Normally - On - MOSFET என்று அழைக்கப்படுகிறது.

குணநலன்கள்



படம் 5.8. (g, h)

i. Drain குணநலன்:

மாறாத gate-source மின்னழுத்தத்தில் drain மின்னோட்டம் (I_d) க்கும் drain-source மின்னழுத்தம் (V_{DS}) க்கும் இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) drain குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகிறது. படம் 5.8 (g)-ல் N - Channel depletion MOSFET ன் drain குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் உள்ள வளைவுகள் (curve) gate-source மின்னழுத்தத்தின் (V_{GS}) நெகட்டிவ் மற்றும் பாசிடிவ் மதிப்புகளுக்கு ஏற்ப வரையப்பட்டுள்ளன. இதன் gate-க்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது நெகட்டிவாக இருக்கும்போது இந்த சாதனமானது depletion மோடில் செயல்படுகிறது. மேலும் gate-க்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பாசிட்டிவாக இருக்கும் போது enhancement மோடில் செயல்படுகிறது.

ii. Transfer குணநலன்:

ஒரு N - Channel depletion MOSFET-ன் drain மின்னோட்டம் (I_d) க்கும் gate-source மின்னழுத்தம் (V_{GS}) க்கும் இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) Transfer குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

படம் 5.8 (h) ல் ஒரு N - Channel Depletion MOSFET transfer குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு I_{DSS} என்பது, $V_{GS} = 0$ என்று இருக்கும் நிலையில் drain-ல் இருந்து source-ஐ நோக்கி பாயும் மின்சாரம் ஆகும்.

MOSFET-ன் *பயன்கள்* (Applications)

i. இது ஆஸிலோஸ்கோப் மற்றும் எலக்ட்ரானிக் வோல்ட்மீட்டர்களில் உள்ளீடு பெருக்கியாக பயன்படுகிறது

ii. லாஜிக் சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.

iii. ஆபரேஷன் ஆம்பிளியர் மற்றும் டோன் கன்ட்ரோல் சுற்றுகளில் மின்னழுத்தத்தை மாற்றும் ரெஸிஸ்டராக (VVR) பயன்படுகின்றது.

iv. கம்யூட்டர் மெமரிகளில் பயன்படுகின்றது.

v. இது ஃபேஸ் ஷிப்ட் ஆஸிலேட்டரில் பயன்படுகின்றது.

vi. இது பண்பலை (FM) மற்றும் தொலைக்காட்சி (TV) ஏற்பிகளில் டியுனர் சுற்றில் பயன் படுகின்றது.

JFET மற்றும் Mosfet-ஐ ஒப்பிடுதல்

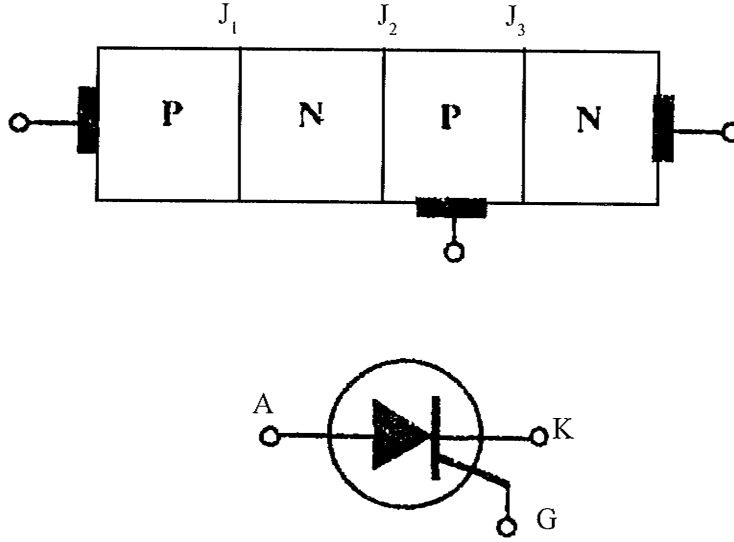
வ.எண்	JFET	MOSFET
1.	இதன் உள்ளீடு இம்பிடென்ஸ் ஆனது ஏறக்குறைய $10^8\Omega$ க்கு மேல் இருக்கும்.	இதன் உள்ளீடு இம்பிடென்ஸ் ஆனது $10^8\Omega$ க்கும் $10^{15}\Omega$ க்கும் இடைப்பட்டதாக இருக்கும்.
2.	இது டிப்ளிஷன் mode ல் மட்டுமே செயல்படுத்தப்படுகிறது.	Depletion MOSFET, டிப்ளிஷன் mode மற்றும் enhancement mode இரண்டிலும் செயல்படுத்த முடியும்.
3.	இதன் Gate மின்னோட்டம் அதிகம்.	இதன் gate மின்னோட்டம் குறைவு.
4.	இதன் drain மின்தடை அதிகம்.	இதன் Drain மின்தடை மிக அதிகம்.
5.	இதை தயாரிப்பது சற்று கடினம்.	இதை தயாரிப்பது எளிது.

***சிலிக்கான் கன்ட்ரோல்டு ரெக்டிபயர்* (Silicon Controlled Rectifier - SCR)**

சிலிக்கான் கண்ட்ரோல்டு ரெக்டிபயர் என்பது மூன்று முனைகளையும், மூன்று சந்திகளையும் கொண்ட குறைகடத்தி சாதனமாகும். இது எலக்ட்ரானிக் ஸ்விட்சாக செயல்படுகின்றது. மேலும் இது ஒரே ஒரு திசையில் மட்டும் மின்சாரத்தை கடத்தும் (unidirectional) உறுப்பாகும். இது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர்திசை மின்னோட்டமாக மாற்ற வல்லது. மேலும், இது ஒரு லோடிற்கு அளிக்கப்படும் மின்சக்தியின் அளவையும் கட்டுப்படுத்த உதவுகின்றது. எனவே SCR ஆனது ஒரு திருத்தி மற்றும் டிரான்சிஸ்டர் ஆகிய இரண்டின் சிறப்புத் தன்மைகளையும் ஒருங்கே அமையப் பெற்றுள்ளது. Thyristor குடும்பத்தில் SCR ஆனது மிக அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படும் சாதனமாக இருப்பதால், இது பொதுவாக Thyristor என்றே அழைக்கப்படுகிறது.

கட்டமைப்பு:

படம் 5.9 (a) ஒரு SCR கட்டமைப்பையும், குறியீட்டையும் காட்டுகின்றது. இதில் நான்கு அடுக்குகள் இணைந்து PN PN என்ற அமைப்பாக உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு SCR ல் J1, J2 மற்றும் J3 என்று மூன்று PN சந்திகளும் Anode (A), Cathode (K) Gate (G) என மூன்று முனைகளும் உள்ளன. Anode (A) முனையானது வெளிப்புறமாக அமைந்துள்ள P - லேயரில் இருந்தும், Cathode (K) முனையானது கடைசியாக அமைந்துள்ள N - லேயரில் இருந்தும், gate (G) முனையானது இரண்டு N - லேயர்களுக்கு இடையே அமைந்துள்ள மற்றொரு P - லேயரில் இருந்தும் எடுக்கப்பட்டுள்ளது.



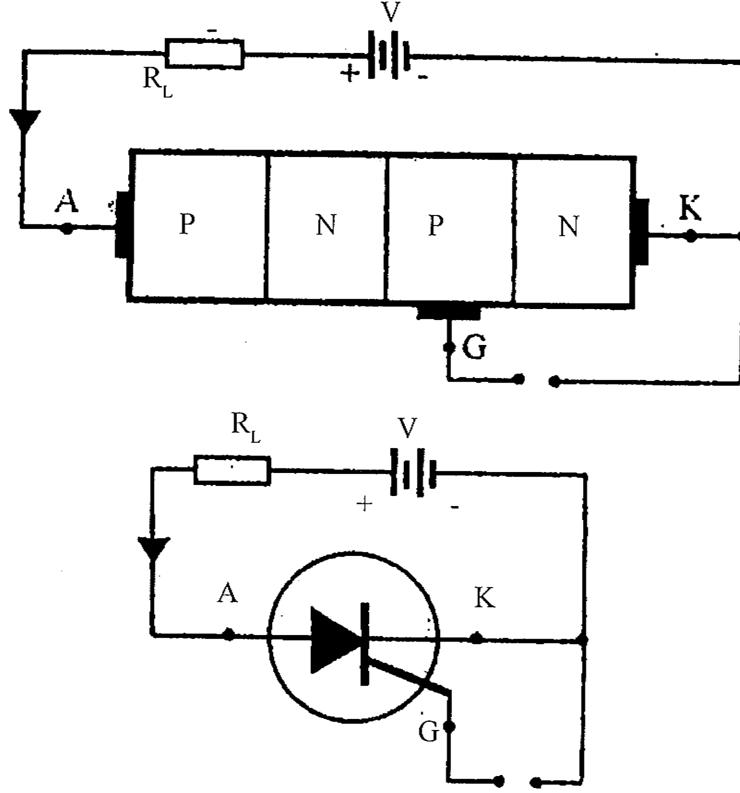
படம் 5.9. (a)

வேலை செய்யும் முறை:

SCR ன் வழக்கமான செயல்பாட்டின் போது Cathode (k) ஐ பொறுத்து அதன் Anode (A) ஆனது அதிக நேர் மின்னழுத்தத்திலும், Gate (G) ஆனது குறைந்த நேர் மின்னழுத்தத்திலும் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு லோடு மின்தடை (R_L) ஆனது Anode (A) முனையுடன் தொடர் இணைப்பாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு SCR வேலை செய்யும் விதத்தை பின்வரும் இரண்டு நிலைகளாகப் பிரித்து அறியலாம்.

i). கேட்டிற்கு எவ்வித மின்னழுத்தமும் தரப்படாத நிலை (When gate is kept open)

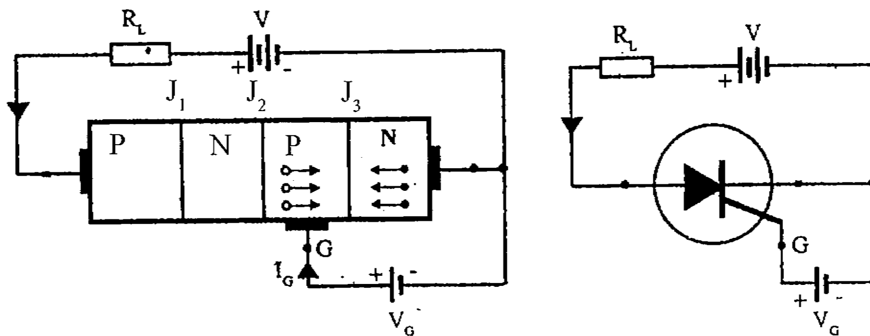
படம் 5.9 (b) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி gate (G) க்கு கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும்போது பேட்டரியில் இருந்து கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது J1 மற்றும் J3 சந்திகளை முன்னோக்கு பயாஸ் செய்கிறது. எனினும் சந்தி J2 ஐ பின்னோக்கு பயாஸ் செய்கிறது. J2 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்ட நிலையில் இருப்பதால், லோடு மின்தடை (R_L) மற்றும் SCR வழியாக மின்சாரம் எதுவும் பாய்வதில்லை. எனவே SCR ஆனது ஆஃப் நிலையில் இருக்கும். இந்நிலையில் SCR ஆனது அதிக மின்தடையை கொடுக்கிறது.



படம் 5.9. (b)

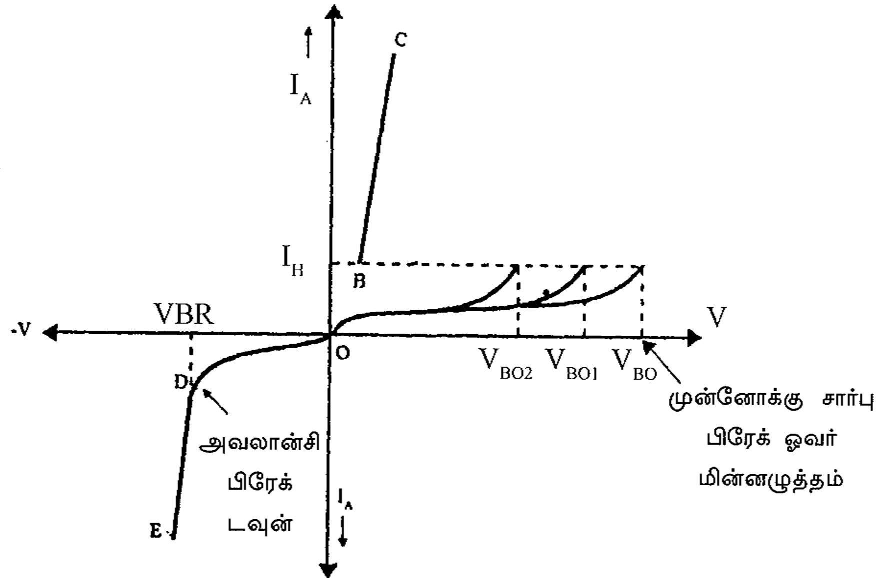
பேட்டரி மூலமாக SCR க்கு கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது மெதுவாக அதிகரிக்கப்படும்போது முன்னோக்கு பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தம் (Forward break over voltage) என்று அழைக்கப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தை அடைந்தவுடன் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்ட நிலையில் இருக்கும் சந்தி (J_2) ஆனது பிரேக்டவுன் ஆகிறது. எனவே SCR ஆனது அதிக அளவில் கடத்த ஆரம்பிக்கிறது. இப்போது SCR ஆனது ON நிலையில் இருக்கிறது. இந்நிலையில் SCR ஆனது குறைவான மின்தடையை கொடுக்கிறது. SCR கடத்தும் நிலையில் இருக்கும் போது அதன்வழியாக பாயும் மின்சாரத்தின் அளவு அதிகமாக இருக்கும்.

கேட்டிற்கு நேர்மின்னழுத்தம் வழங்கும் போது



படம் 5.9. (c)

படம் 5.9 (c) காட்டப்பட்டுள்ளபடி கேட் (G) க்கு சிறிய அளவு நேர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுவதாக கொள்வோம். இப்போது சந்தி J_3 ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் சந்தி J_2 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. இப்போது கேத்தோடு அமைந்துள்ள N - லேயரில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் சந்தி J_3 வழியாக இடது பக்கமாக நகர ஆரம்பிக்கின்றன. அதே நேரத்தில் கேட் அமைந்துள்ள P - லேயரில் உள்ள ஹோல்கள் வலது பக்கமாக நகர ஆரம்பிக்கின்றன. மேலும் சந்தி J_3 ல் இருந்து எலக்ட்ரான்கள் சந்தி J_2 ஐ நோக்கி நகர ஆரம்பிப்பதால் கேட் மின்னோட்டமானது பாய ஆரம்பிக்கிறது. இது ஆனோடு மின்னோட்டத்தை அதிகரிக்கிறது. இவ்வாறு ஆனோடு மின்னோட்டம் அதிகரிப்பதால் சந்தி J_2 வில் அதிக எலக்ட்ரான்கள் காணப்படுகின்றன. இந்நிலை தொடர்வதால், சிறிது நேரத்திற்கு பின்னர் சந்தி J_2 ஆனது பிரேக் டவுன் ஆகிறது. இதனால் SCR ஆனது அதிக அளவில் கடத்தும் தன்மையை பெறுகிறது. ஒரு முறை SCR ஆனது கடத்த ஆரம்பித்துவிட்டால் கேட்டானது SCR மீதான அதன் கட்டுப்பாட்டை இழந்து விடுகிறது. எனவே SCR வேலை செய்து கொண்டிருக்கும் நிலையில், Gate க்கு வழங்கப்படும் மின்னழுத்தமானது முழுவதுமாக நீக்கப்பட்டாலும் கூட மின்னோட்டமானது குறையாது. இவ்வாறு வேலை செய்யும் SCR ஐ நிறுத்துவதற்கு ஒரே வழி, அதன் Anode மற்றும் Cathode க்கு இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை (Supply Voltage) பூஜியமாக்குவதேயாகும்.



படம் 5.9. (d)

SCR-ன் வோல்ட்-ஆம்பியர் (VI-Characteristic)

படம் 5.9 (d) ல் ஒரு SCRன் ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தத்திற்கும், ஆனோடு மின்னோட்டத் திற்கும் (I_A) இடையே வரையபடும் வரைப்படம் (graph) ஆகும். ஒரு SCRன் gate மின்னோட்டத்தை பூஜ்ஜியமாக இருக்கும்போது அதற்கு அளிக்கப்படும் ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தத்தை பூஜ்ஜியத்திலிருந்து மெதுவாக அதிகரிக்கும் போது, SCR வழியாக சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இப்போது SCR கடத்தா நிலையில் இருப்பதால் SCR-ன் ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தமானது முன்னோக்கு பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தம் அடைவது

நீடிக்கிறது. படம் 5.9 (d) ல் O மற்றும் A புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதியானது SCR ன் முன்னோக்கு தடுப்புப் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தமானது முன்னோக்கு பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகரிக்கும் போது SCR ஆனது ON ஆகிறது. இதனால் ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தமானது விரைவாகக் குறைந்து ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தை (Point B) அடைகிறது. இந்த புள்ளி 'B' க்கு உரிய மின்சாரமானது ஹோல்டிங் மின்னோட்டம் (I_H) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது ஒரு SCR ஐ ON நிலையில் வைப்பதற்குத் தேவையான குறைந்த பட்ச ஆனோடு மின்னோட்டத்தை வரையறுக்கின்றது. இந்நிலையில் SCR வழியாக பாயும் மின்சாரமானது திடீரென அதிக அளவு உயர்கிறது. படத்தில் B மற்றும் C புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதியானது SCR ன் முன்னோக்கு கடத்தும் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த பகுதியில் SCR ஆனது ON நிலையில் இருப்பதால் குறைந்த அளவு மின்தடையை கொடுக்கிறது.

படம் 5.9 (d)ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி கேட் மின்னோட்டமானது (IG) பூஜ்ஜியத்திற்கு மேல் அதிகரிக்கும் போது குறைவான பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்திலேயே SCR ஆனது ON நிலையை அடைகிறது. இதனை புள்ளி A_1 மற்றும் A_2 காட்டுகின்றன.

SCRன் ஆனோடுக்கு அதன் கேத்தோடை பொறுத்து, எதிர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கும் போது வரையப்படும் குணநல வரைபடமானது பின்னோக்கு பண்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த பின்னோக்கு மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியத்திலிருந்து மெதுவாக அதிகரிக்கும் போது SCR வழியாக சிறிய அளவு பின்னோக்கு கசிவு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்த நிலை பின்னோக்கு மின்னோட்டமானது பிரேக்டவுன் மின்னழுத்தத்தை அடையும் வரை நீடிக்கிறது. பின்னோக்கு மின்னழுத்தம் ஆனது பிரேக் டவுன் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகமாகும் போது வளைவு DE-ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி SCR வழியாக பாயும் பின்னோக்கு மின்னோட்டம் ஆனது திடீரென அதிகரிக்கிறது. இது SCR-ன் சந்தியில் அவலான்ச் பிரேக் டவுன் ஏற்படுவதால் ஏற்படுகிறது.

SCR ன் நன்மைகள்

i. இதனைக்கொண்டு அதிக அளவு மின்சாரத்தை கட்டுப்படுத்த இயலும்.

ii. இது உருவத்தில் சிறியதாகவும், தடையற்று செயல்படக் கூடியதாகவும் இருக்கும்.

iii. இதன் ஸ்விட்சிங் வேகம் மிக அதிகம்.

iv. இதில் நகரும் பாகங்கள் ஏதும் இல்லையென்பதால் இரைச்சல் (Noise) எதுவும் இல்லாமல் செயல்படுகிறது.

v. இதன் செயல்திறன் மிகவும் அதிகம்.

SCR ன் பயன்கள் (Applications)

i. இது டிசி மற்றும் ஏ.சி மோட்டார்களின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்துவதற்கு பயன்படுகிறது.

ii. இது பேட்டரி சார்ஜர்களில் பயன்படுகிறது.

iii. கன்வர்ட்டர் ஆக பயன்படுத்தலாம்.

iv. இது ஃபேஸ் கன்ட்ரோலர் ஆக பயன்படுகிறது.

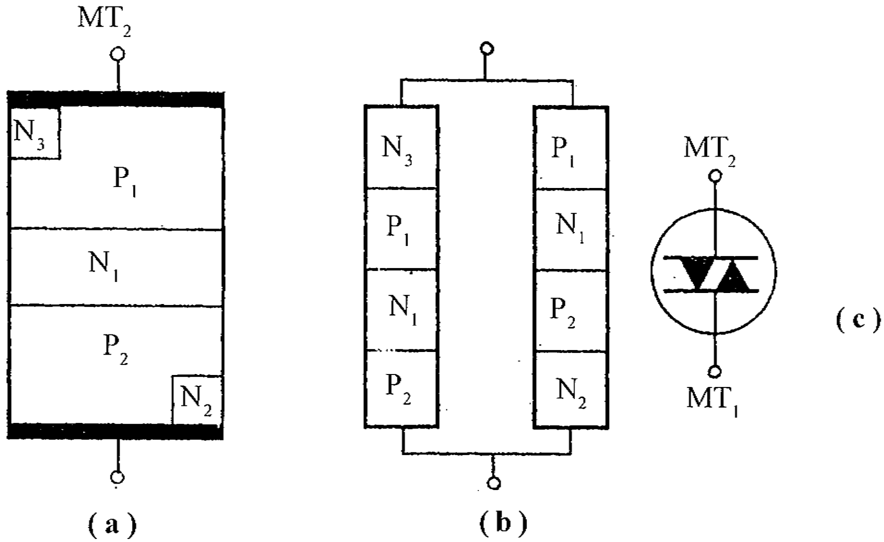
v. வெப்பக்கட்டுப்படுத்தி (heat controller) ஆக பயன்படுகிறது.

vi. இது லைட் டிம்மிங் கன்ட்ரோல் சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.

டயாக் (Diac)

டயாக் என்பது இரண்டு முனைகளைக் கொண்ட குறைகடத்தி ஸ்விட்சிங் உறுப்பாகும். இது இரு திசைகளிலும் (bidirectional) கடத்தக்கூடிய ஆற்றலை கொண்டுள்ளது. இதன் முக்கிய முனைகளுக்கு (Main terminals) இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் பொலாரிட்டியைப் பொறுத்து ஏதேனும் ஒரு திசையில் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் தன்மை கொண்டது. இதன் செயல்பாட்டை பொறுத்தவரை இது இரண்டு 4 லேயர் டயோடுகள் எதிரெதிராக பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படுவதற்கு சமமாகும்.

கட்டமைப்பு



படம் 5.10. (a, b, c)

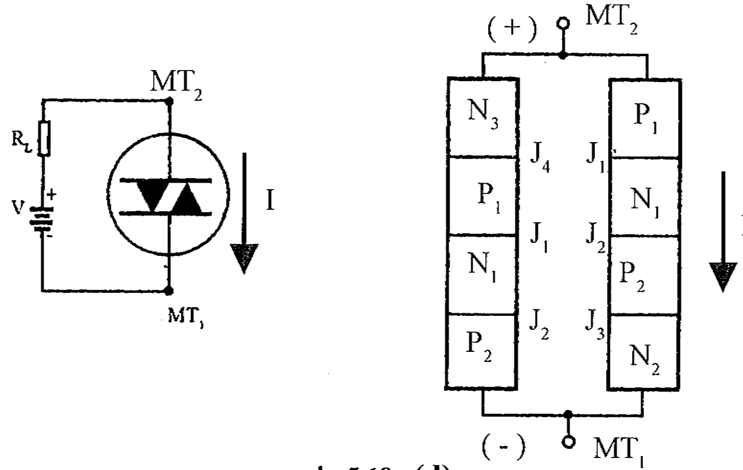
படம் 5.10 (a) ல் ஒரு டயாக்-ன் எளிய அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. அடிப்படையில் இதனுள் நான்கு லேயர்கள் கொண்ட இரண்டு டயோடுகள் ($P_1N_1P_2N_2$ & $P_2N_1P_1N_3$) எதிரெதிராக பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. படம் **5.10** (b) ல் ஒரு டயாக்கின் சமசுற்று (Equivalent circuit) காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு டயாக்கில் முக்கிய முனை MT_1 (main terminal 1 MT_1) மற்றும் முக்கிய முனை MT_2 (Main terminal 2 - MT_2) என்று இரண்டு முனைகள் உள்ளன. டயாக் ஆனது இரு திசைகளிலும் கடத்துவதால் இந்த முனைகள் ஆனோடு மற்றும் கேத்தோடு என்று பெயரிடப்படுவதில்லை படம் **5.10** (c) ல் ஒரு டயாக் குறியீடு உள்ளது.

வேலை செய்யும் முறை

டயாக் ஆனது அதன் முக்கிய முனைகளுக்கு (MT_1 & MT_2) இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் போலாரிட்டியைப் பொறுத்து ஏதேனும் ஒரு திசையில் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் தன்மை உடையது. இதன் முக்கிய முனைகளுக்கு (Main terminal) இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை அடைந்தவுடன் கடத்தும் நிலைக்கு செய்கிறது. ON ஆகிறது.

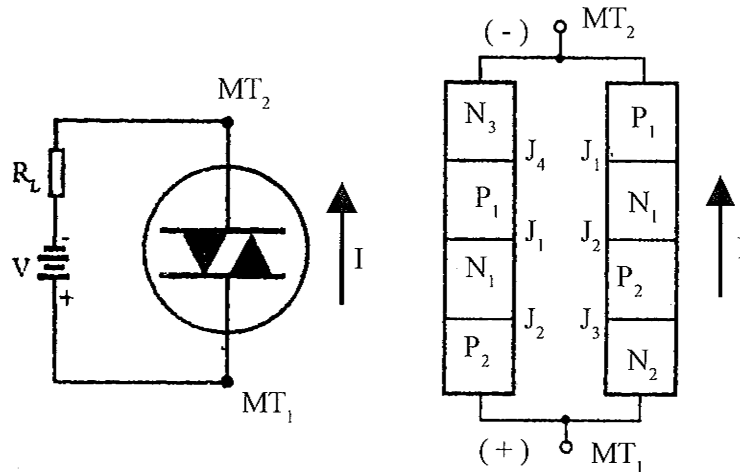
i. MT_2 ஆனது MT_1ஐப் பொறுத்து பாசிட்டிவ் ஆக இருக்கச் செய்தல்

டயாக் MT_2 ஆனது MT_1 ஐப் பொறுத்து பாசிட்டிவாக இருக்கும் பொழுது J_1 மற்றும் J_3 சந்திகள் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் J_2 மற்றும் J_4 சந்திகள் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. எனவே டயோடு $P_2N_1P_1N_3$ வழியாக பயாஸ் செய்யப்பட்டு இருப்பதால் ஆரம்பத்தில் சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டம் ஆனது டயோடு $P_1N_1P_2N_2$ வழியாக பாய்கிறது. முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகரிக்கப்படும் பொழுது அவலான்ச் நிலையின் (Avalanche effect) ன் காரணமாக பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டிருக்கும் சந்தி J_2 ஆனது முறிவு அடைகிறது. எனவே டயாக் மின்னோட்டமானது $P_1N_1P_2N_2$ வழியாக MT_2 இருந்து MT_1 நோக்கி படம் 1.10 (d) ல் காட்டியுள்ளபடி பாய்கிறது.



படம் 5.10. (d)

ii. MT2 ஆனது MT_1 ஐப் பொறுத்து நெகட்டிவ் ஆக இருக்கச் செய்தல்

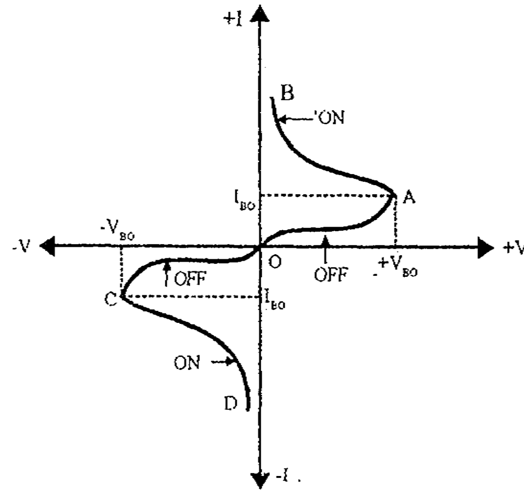


படம் 5.10. (e)

டயாக்கின் MT_2 ஆனது MT_1 ஐப் பொறுத்து நெகட்டிவாக இருக்கும் பொழுது J_2 மற்றும் J_4 சந்திகள் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் J_1 மற்றும் J_4 சந்திகள் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் J_1 மற்றும் J_3 சந்திகள் பின்னோக்கு

பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. எனவே டயோடு $P_1N_1P_2N_2$ வழியாக மின்சாரம் பாய்வதில்லை.. சந்தி J1 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு இருப்பதால், ஆரம்பத்தில் சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டமானது டயோடு $P_2N_1P_1N_3$ வழியாக பாய்கிறது. முக்கிய முனைகளுக்கு (MT) இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகரிக்கும் பொழுது அவலான்ச் நிலையின் காரணமாக பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டிருக்கும். சந்தி J_1 ஆனது முறிவடைகிறது. எனவே டயாக் மின்னோட்டமானது டயோடு $P_2N_1P_1N_3$ வழியாக MT_1 ல் இருந்து MT_2 ஐ நோக்கி படம் **5.10**(e)ல் காட்டியுள்ளபடி பாய்கிறது.

டயாக்-ன் V.I குணநலன்கள் (VI Characteristics of DIAC)



படம் 5.10. (f)

படம் 5.10 (f) ல் டயாக்-ன் VI குணநலன்கள் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது டயாக் வழியாக பாயும் மின்சாரத்திற்கும் அதன் முக்கிய முனைகள் MT_2 மற்றும் MT_1 க்கும் இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடைப்பட்ட தொடர்பை தெளிவாக காட்டுகின்றது. இது டயாக்கின் செயல்பாடு இருதிசைகளில் வேலை செய்யும் போதும் ஒன்றுபோல் இருப்பதால் வளைவு OABல் டயாக்-ன் VI குணநலனும், வளைவு OCD ல் அதன் VI குணநலனும் ஒன்றுபோல் இருக்கிறது. டயாக்கின் முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக்ஓவர் மின்னழுத்தத்தை அடையும் வரை மின்சாரத்தை கடத்துவதில்லை. இந்நிலையை டயாக்கின் ON நிலை (அ) கடத்தும் நிலை என்கிறோம். டயாக்கின் OFF நிலையில் இருக்கும் போது சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டத்தை மட்டுமே அதன் வழியாக கடத்துகின்றது.

டயாக்கின் முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை அடையும் வரை டயாக் ஆனது ON ஆகிறது. மேலும் படம் 5.10 (f) ல் காட்டியுள்ளபடி டயாக் வழியாக பாயும் மின்சாரமானது திடீரென அதிகரிக்கிறது. இந்நிலையை டயாக்ன் ON நிலை என்கிறோம். டயாக் ஆனது ON நிலையில் இருக்கும் போது அதன் வழியாக பாயும் மின்சாரம் அதிகரிக்கும் போது, டயாக்கின் மின்னழுத்தமானது குறைகிறது. இதனால் படம் 5.10 (f) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி எதிர் மின்தடை பகுதிகள் (Negative Resistance Region AB & CD) ஏற்படுகின்றன.

பயன்கள்

i. ட்ரையாக் பவர் கன்ட்ரோல் முறையில் இது ஒரு டிரிக்கரிங் உறுப்பாக (Triggering device) பயன்படுகிறது.

ii. இது ஒளி கட்டுப்பாட்டு (lamp dimmer) சுற்றுகளில் பயன்படுகிறது.

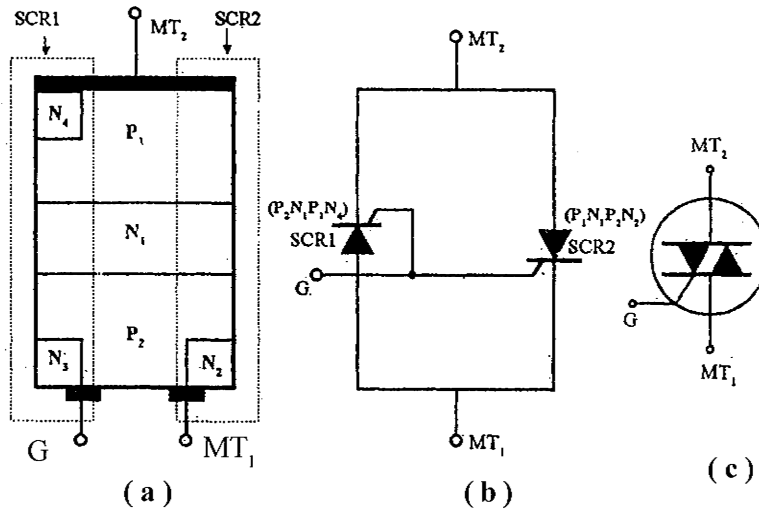
iii. இது வெப்ப கட்டுப்படுத்தி (Heat control) சுற்றில் பயன்படுகிறது.

iv. இது யூனிவர்சல் மோட்டாரைக் கட்டுப்படுத்த பயன்படுகின்றது.

ட்ரையாக் (TRIAC)

ட்ரையாக் என்பது மூன்று முனைகளைக் கொண்ட குறைகடத்தி ஸ்விட்சிங் உறுப்பாகும். இது இருதிசைகளிலும் (bidirectional) கடத்தக்கூடிய ஆற்றலை பெற்றுள்ளது. இதன் செயல்பாடு, இரண்டு SCR களை எதிரெதிர்திசைகளில், பக்கவாட்டில் (antiparallel) இணைத்து செயல்படுத்துவதற்கு சமம். SCR க்கு அடுத்தபடியாக மின்சக்தியை கட்டுப்படுத்துவதற்கு அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படும் உறுப்பாகும்.

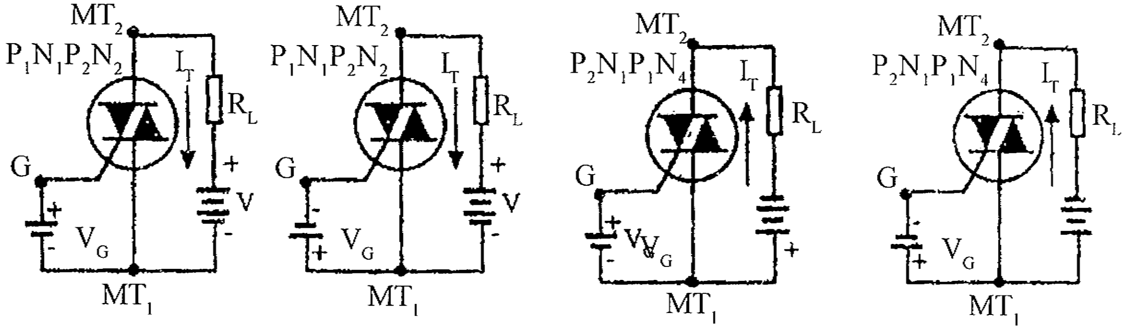
கட்டமைப்பு:



படம் 5.11. (a, b, c)

படம் 5.11 (a) ல் ஒரு ட்ரையாக் அடிப்படை அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு இரண்டு SCR கள் ($P_1N_1P_2N_2$ & $P_2N_1P_1N_4$) எதிரெதிர் திசைகளில் பக்கவாட்டில் இணைக்கப்பட்டு அவற்றிற்கு பொதுவான கேட் முனை உள்ளது போன்று அமைந்துள்ளது. படம் 5.11 (b)ல் ட்ரையாக்கின் சமமான சுற்று (Equivalent circuit) காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு ட்ரையாக்கில் மூன்று முனைகள் உள்ளன. அவை முக்கிய முனை - 1 (MT_1), முக்கிய முனை (MT_2) மற்றும் கேட் முனை (G) என்பனவாகும். ட்ரையாக் ஆனது இரண்டு திசைகளிலும் மின்சாரத்தை கடத்துவதால் இதன் முனைகளை அனோடு மற்றும் கேத்தோடு என்று குறிக்கப்படவில்லை. படம் 5.11 (c) ல் ட்ரையாக்-ன் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது.

வேலை செய்யும் முறை:



படம் 5.11. (d, e, f, g)

ஒரு ட்ரையாக் செயல்படும் விதத்தை அதன் முக்கிய முனைகள் (Main terminal) மற்றும் அதன் கேட்-க்கு கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் போலாரிட்டியை பொறுத்து பின்வரும் நான்கு பிரிவுகளாக (அ) நிலைகளாக பிரிக்கலாம்.

i. MT_2 பாசிடிவ் & G பாசிடிவ் (நிலை - 1)

இந்த நிலையில் ட்ரையாக்கின் செயல்பாடு ஒரு SCR ன் செயல்பாட்டை ஒத்திருக்கிறது. இந்த நிலையில் மின்னோட்டம் I_T ஆனது படம் 5.11 (d) ல் காட்டியுள்ள ஸ்விட்ச் $P_1N_1P_2N_2$ (SCR - 2) வழியாக MT_2 ல் இருந்து M T_1 ஐ நோக்கி பாய்கிறது. P_1N_1 மற்றும் P_2N_2 ஆகிய இரு சந்திகளும் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே வேளையில் சந்தி N_1P_2 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. கேட் முனைக்கு நேர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது P_2N_2 ஜங்சன் ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு N_1P_2 சந்தி ஆனது பிரேக் டவுன் நிலைக்கு தள்ளப்படுகிறது. இந்த நிலையில் ட்ரையாக் செயல்பாடு முதற் கால்பகுதியில் (Quadrant - I)-ல் அமைந்துள்ளது.

ii. MT2 பாசிடிவ் & G நெகடிவ் (நிலை 2)

இந்த நிலையில் மின்னோட்டம் I_T ஆனது படம் 5.11 (e) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி, ஸ்விட்ச் $P_1N_1P_2N_2$ (SCR 2) வழியாக MT_2 ல் இருந்து MT_1 ஐ நோக்கி பாய்கிறது. P_1N_1 மற்றும் P_2N_2 ஆகிய இரு சந்திகளும் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதேவேளையில் சந்தி N_1P_2 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. கேட் முனைக்கு எதிர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது P_2N_2 சந்தி ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு மின்னோட்ட கேரியர்கள் P_2 லேயருக்குள் உட்செலுத்தப்படுவதால் டரையாக் ஆனது ON நிலைக்கு செல்கிறது. இந்த நிலையில் ட்ரையாக் ன் செயல்பாடு முதற் கால்பகுதியில் (Quadrant - I)-ல் அமைந்துள்ளது.

iii. MT2 நெகட்டிவ் & G பாசிடிவ் (நிலை 3)

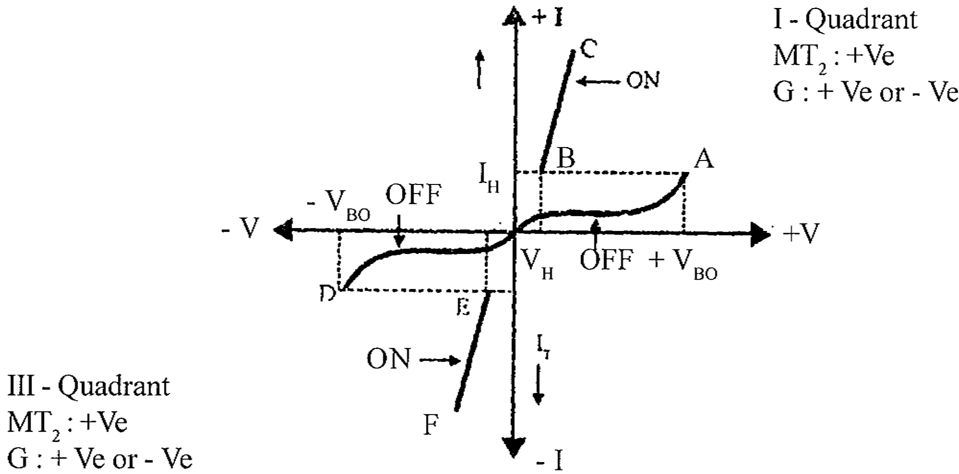
இந்த மோட்-ல் மின்னோட்டம் I_T ஆனது படம் 5.11 (f)ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி ஸ்விட்ச் P_2N_1 P1N4 (SCR 1) வழியாக MT_1-ல் இருந்து MT_2 வை நோக்கிபாய்கிறது. P_2N_1 மற்றும் P_1N_4 ஆகிய இரு சந்திகளும் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதேவேளையில் சந்தி N_1P_1 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. கேட் முனைக்கு நேர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது P_2N_2 சந்தி ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு மின்னோட்ட கேரியர்கள் N_1லேயருக்குள் உட்புகுத்தப்படுவதால் ட்ரையாக் ஆனது ON நிலைக்கு செல்கிறது. இந்த நிலையில் ட்ரையாக் செயல்பாடு மூன்றாம் கால்பகுதியில் (Quadrant - III)-ல் அமைந்துள்ளது.

MT2 நெகடிவ் & G நெகடிவ் (நிலை 4)

இந்த நிலையில் I_T ஆனது படம் 5.11 (g) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி ஸ்விட்ச் $P_2N_1P_1N_4$ (SCR 1) வழியாக MT_1 ல் இருந்து MT_2 வை நோக்கி பாய்கிறது. P_2N_1 மற்றும் P_1N_1 ஆகிய இரு சந்திகளும் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே வேளையில் சந்தி N_1P_1 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. கேட் முனைக்கு எதிர்முன்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது P_2N_3 ஜங்சன் ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு மின்னோட்டகேரியர்கள் N_1 - லேயருக்குள் உட்புகுத்தப்படுவதால் ட்ரையாக் ஆனது ஆன் நிலைக்கு செல்கிறது. இந்த நிலையில் ட்ரையாக் செயல்பாடு மூன்றாம் கால்பகுதியில் (Quadrant - III)-ல் அமைந்துள்ளது.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள நான்கு நிலைகளில் நிலை-1ம், நிலை-4ம் சிறப்பான மோட்கள் ஆகும். எனவே இவ்விரு நிலைகளும் ட்ரையாக்-ன் பொதுவான நிலைகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

ட்ரையாக் ன் VI குணநலன்கள்:



படம் 5.11. (h)

படம் 5.11 (h) ல் ட்ரையாக்-ன் V.I குணநலன்கள் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது ட்ரையாக்-ன் முக்கிய முனைகள் MT_2 க்கும் MT_1 க்கும் இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கும், ட்ரையாக் வழியாக பாயும் மின்சாரத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பைக் காட்டுகிறது. ட்ரையாக ஆனது இரண்டு SCR களின் எதிரெதிர் பக்க இணைப்புக்கு (antiparallel) சமமாக இருப்பதால், இதன் VI குணநலனானது I கால்பகுதி (வளைவு OABC) மற்றும் III கால்பகுதி (வளைவு ODEF) ல் ஒரு SCR ன் முன்னோக்கு V.I குணநலனை போன்று உள்ளது. ட்ரையாக்கின் முக்கிய முனைகளுக்கு (MT) இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது, பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை (V_{BO}) அடையும் வரை ட்ரையாக் ஆனது OFF நிலையில் இருக்கிறது. ட்ரையாக்கின் முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது, பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகரிக்கும் போது ட்ரையாக் ஆனது ஆன் நிலைக்கு செல்கிறது. மேலும் ட்ரையாக் முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தமானது ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்திற்கு (V_H) குறைந்து ட்ரையாக் வழியாக பாயும் மின்சாரமானது (I_T) திடீரென அதிகரிக்கிறது. மேலும் கேட் மின்னோட்டம் (I_G) ஆனது அதிகரிக்கப்படும்போது குறைவான பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தில் ட்ரையாக் ஆனது ON நிலையை அடைகிறது.

பயன்கள்:

i. ஃபேஸ் கன்ட்ரோலராக பயன்படுகிறது.

ii. வெப்பக்கட்டுபடுத்தி (Heat controller) ஆக பயன்படுகிறது.

iii. மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்துவதற்கு பயன்படுகிறது.

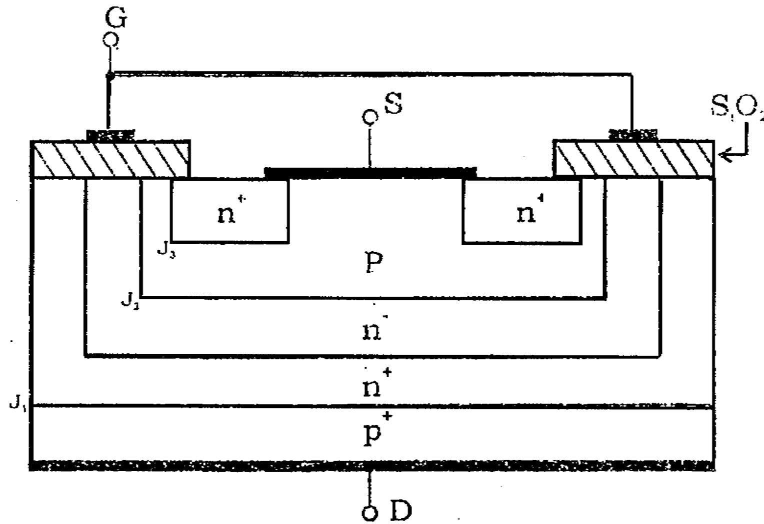
iv. லைட் டிம்மிங் கன்ட்ரோலர் ஆக பயன்படுகிறது.

v. ஏ.சி பவர் ஐ ON/OFF செய்வதற்கு ஒரு ஸ்டேட்டிக் ஸ்விட்சாக பயன்படுகிறது.

இன்சுலேடட் கேட் பைபோலர் டிரான்சிஸ்டர் (Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)

IGBT என்பது BJT மற்றும் MOSFET ஆகிய இரண்டு உறுப்புகளின் சிறப்புகளும் சேர்ந்து காணப்படும் ஒரு குறைகடத்தி உறுப்பாகும். எனவே ஒரு IGBT ல் ஸ்விட்சிங் நேரம், மின்சக்தி இழப்பு இரண்டுமே குறைவாக இருக்கும். IGBT ஐ பைபோலார் MOS டிரான்சிஸ்டர் மற்றும் கன்டக்டிவிட்டி மாடுலேட்டட் ஃபீல்டு எபக்ட் டிரான்சிஸ்டர் (COMFET) என்றும் அழைக்கலாம்.

கட்டமைப்பு:

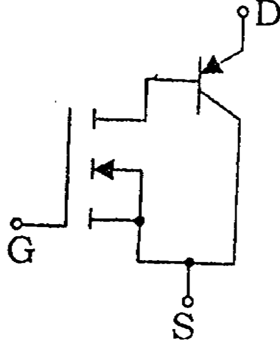


படம் 5.12. (a)

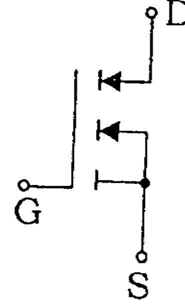
படம் 5.12 (a)-ல் IGBT-ன் அமைப்பு (குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்) காட்டப்பட்டுள்ளது. இது ஒரு MOSFETன் அமைப்பை ஒத்து காணப்படுகிறது. இரண்டிற்கும் உள்ள முக்கிய வேறுபாடு என்னவென்றால் Drain பக்கத்தில் ஒரு P லேயர் சேர்க்கப்பட்டுள்ளதாகும். இந்த P லேயரானது உட்புகுத்தும் லேயர் (Injecting layer) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இதனை அடுத்து அமைந்துள்ள n^+ லேயரானது பஃப்பர் லேயர் (Buffer layer) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. பஃப்பர் லேயருக்கும் உட்புகுத்தும் லேயருக்கும் இடையே J_1 என்ற ஒரு PN சந்தி உள்ளது. மேலும் படம் 5.12 (a) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி J_2, J_3 என்ற இரண்டு PN சந்திகள் உள்ளன. PN சந்தி J1 ஆனது பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தைத் தடுக்கிறது. PN சந்தி J2 ஆனது IGBT OFF நிலையில் இருக்கும் போது முன்னோக்கு மின்னழுத்தத்தை தடுக்கிறது. படம் 5.12 (b & c) ஒரு IGBT ன் சமசுற்று (Equivalent Circuit) மற்றும் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த சமசுற்றில் ஒரு PNP பவர் டிரான்சிஸ்டர் உடன் ஒரு MOSFET ஆனது டார்லிங்டன் இணைப்பாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

வேலை செய்யும் முறை:

கேட் மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே நேர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது



IGBT-யின் சமநிலைச் சுற்று



IGBT-யின் குறியீடு

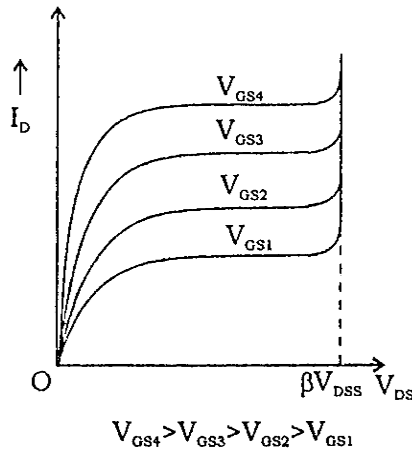
படம் 5.12. (b)

பவர் MOSFET ஆனது ON ஆகிறது. இது PNP டிரான்சிஸ்டரின் பேஸ்க்கும் கலெக்டருக்கும் இடையே குறைந்த மின்தடையாக செயல்படுகிறது. இதனால் IGBT ஆனது ON ஆகிறது.

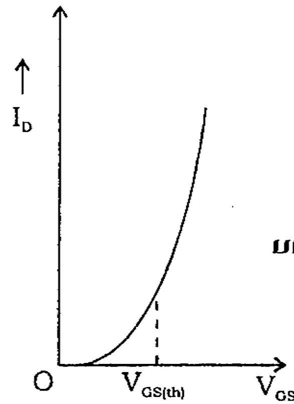
கேட் மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே மின்னழுத்தம் இல்லாதபோது MOSFET ஆனது OFF ஆகிறது. PNP டிரான்சிஸ்டருக்கு பேஸ் மின்னோட்டம் எதுவும் கொடுக்கப்படுவதில்லை என்பதால் PNP டிரான்சிஸ்டரும் OFF ஆகிறது. இப்போது IGBT யும் OFF நிலையில் இருக்கும்.

IGBT-ன் VI குணநலன்கள்

படம் **5.1**2 (c)ல் ஒரு IGBT ன் Drain குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது வெளியீட்டு குணநலன் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது பல்வேறு மாறாத கேட் Source மின்னழுத்தங்களின்



டிரைன் (**Drain**) குணநலன்



டிரான்ஸ்பர் குணநலன்

படம் 5.12. (c, d)

(V_{GS}) போது Drain மின்னோட்டம் I_D க்கும், Drain Source மின்னழுத்தத்திற்கும் (V_{DS}) இடையே உள்ள தொடர்பைக் காட்டுகிறது. இது ஒரு BJT-ன் வெளியீட்டு குணநலனை ஒத்துள்ளது. இரண்டிற்கும் உள்ள முக்கிய வேறுபாடு என்னவென்றால் BJT-ல் பேஸ் மின்னோட்டமானது

கட்டுப்படுத்தும் காரணியாக (Controlling factor) உள்ளது. ஆனால் IGBT-ல் கேட் Source மின்னழுத்தம் (V_{GS}) ஆனது கட்டுப்படுத்தும் காரணியாக உள்ளது.

படம் 5.12 (d) ல் ஒரு IGBT ன் டிரான்ஸ்பர் குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது Drain மின்னோட்டத்திற்கும் (I_D) கேட் Source மின்னழுத்தத்திற்கும் (V_{GS}) இடையே உள்ள தொடர்பை காட்டுகிறது. இது ஒரு பவர் MOSFET ன் டிரான்ஸ்பர் குணநலனை ஒத்து காணப்படுகிறது. இந்த டிரான்ஸ்பர் குணநலனில் கேட் சோர்ஸ் மின்னழுத்தமானது (V_{GS}) அதன் த்ரெஷ்ஹோல்ட் மதிப்பை (Threshold Value) $V_{GS\,(th)}$ அடைந்த பின்னர் ஏறக்குறைய சீராக காணப்படுகிறது.

IGBT-ன் நன்மைகள்:

i. இதன் உள்ளீடு கேட் இம்பிடென்ஸ் அதிகம்.

ii. இதன் கன்டக்ஷன் இழப்பு குறைவு

iii. இது அதிவேக ஸ்விட்சிங் பண்பைக் கொண்டுள்ளது.

iv. இதன் ஆப்பரேட்டிங் அதிர்வெண் மிக அதிகம்.

v. இது அதிக மின்னழுத்த மற்றும் பவர் விகிதத்தில் கிடைக்கிறது.

IGBT-ன் பயன்கள்

i. இது இரைச்சல் குறைவான அதிக செயல்திறன் கொண்ட பவர் சப்ளைகளில் பயன்படுகின்றது.

ii. இது இன்வர்ட்டர்களில் பயன்படுகிறது.

iii இது மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்த உதவும் சுற்றுகளில் பயன்படுகிறது.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. *சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.*

1. கீழ்க்கண்ட பொருட்களில் LEDயை தயாரிக்க பயன்படுவது எது?

அ) சிலிக்கான் ஆ) பாஸ்பரஸ் இ) சல்பர் ஈ) கேலியம் பாஸ்பைட்

2. கீழ்க்கண்ட பொருட்களில் அகச்சிவப்பு (Infra-red) LEDயை தயாரிக்க பயன்படுவது எது?

அ) கேலியம் ஆர்சினைட் ஆ) கேலியம் பாஸ்பைட்
இ) சிலிக்கான் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

3. LED ஏற்கும் மின்சக்தியின் தோராய மதிப்பு

அ) 5 முதல் 10 நானோ ஆம்பியர் ஆ) 5 முதல் 10 மைக்ரோ ஆம்பியர்
இ) 5 முதல் 10 மில்லி ஆம்பியர் ஈ) 5 முதல் 10 ஆம்பியர்

4. சில தனிமங்களின் மீது ஒளிக்கதிர்கள் விழும்போது அதன் மின்தடை மதிப்பு மாற்றமடைவதை ____________ தன்மை என்கிறோம்

அ) போட்டோ கண்டக்டிவ் ஆ) போட்டோ எமிசிவ்
இ) போட்டோ வோல்டாயீக் ஈ) போட்டோ மல்டிபிளையர்

5. LCDயில் பயன்படும் ஆர்கானிக் காம்பவுண்ட்ஸ் எது?

அ) கார்பன் ஆ) ஆக்ஸிஜன் இ) நைட்ரஜன் ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

6. ஒரு லிக்யூட் கிறிஸ்டல் டிஸ்பிளேஆனது

அ) ஒளியை உமிழும் ஆ) ஒளியை உற்பத்தி செய்யும்

இ) வெளிப்புற ஒளிதன்மையை திருத்தி அமைக்கும் ஈ) மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

7. LCD ஏற்க்கும் மின்சக்தியின் அளவு

அ) குறைவு ஆ) மிக குறைவு இ) அதிகம் ஈ) மிக அதிகம்

8. அடிப்படையில் சிலிக்கான் சூரிய மின்கலம் (Solar cell) என்பது

அ) போட்டோ கன்டக்டிவ் செல் ஆ) போட்டோ எமிசிங் செல்

இ) போட்டோ வோல்டாயீக் செல் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

9. செலினியம் செல்களில்

அ) ஒளிக்கதிர்கள் அதிகரிக்கும் போது மின்தடை மதிப்பு குறையும்

ஆ) ஒளிக்கதிர்கள் அதிகரிக்கும்போது மின்தடை மதிப்பு உயரும்.

இ) ஒரு முனையாக (electrode) செலினியம் பயன்படுகிறது.

ஈ) 1.03V மின்னழுத்தம் உண்டாக்கப்படுகிறது.

10. கீழ்க்கண்ட சாதனங்களில் எதற்கு கலெக்டர் முனையில்லாது ஒரு எமிட்டரும், இரண்டு பேஸ் இணைப்புகளும் உள்ளது?

அ) UJT ஆ) DIAC இ) TRIAC ஈ) SCR

11. ஒரு UJTஐ எதற்கு பயன்படுத்த இயலாது?

அ) டிரான்சிஸ்டர் ஆம்பிளிபயர் ஆ) சுவிட்சிங் உறுப்பு

இ) டைமிங் உறுப்பு ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

12. UJTயை பயன்படுத்தும் சுற்று

அ) சுவிட்சிங் சுற்று ஆ) ஃபேஸ் கன்ட்ரோல் சுற்று

இ) டைமிங் சுற்று ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

13. கீழ்க்கண்ட JFETன் முனைகளில் எது ரெஃபரன்ஸ் புள்ளி?

அ) டிரெயின் ஆ) கேட் இ) சோர்ஸ் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

14. ஒரு JFET வேலை செய்யும் மோட்

அ) டிப்ளிஷன் மோட் மட்டும் ஆ) என்ஹான்ஸ்மெண்ட் மோட் மட்டும்

இ) டிப்ளிஷன் மற்றும் என்ஹான்ஸ்மெண்ட் மோட்

ஈ) டிப்ளிஷன் அல்லது என்ஹான்ஸ்மெண்ட் மோட்

15. FETக்கு வழங்கப்படும் உள்ளீடு கேட் மின்னோட்டமானது

அ) சில ஆம்பியர்கள் ஆ) சில மில்லி ஆம்பியர்கள்
இ) சில மைக்ரோ ஆம்பியர்கள் ஈ) மதிக்க இயலாத சிறிய அளவு

16. கீழ்க்கண்டவற்றில் துரிதமாக வேலை செய்யும் உறுப்பு எது?

அ) JFET ஆ) BJT இ) MOSFET ஈ) DIAC

17. ஒரு n சேனல் டிப்ளிஷன் வகை MOSFET ஆனது என்ஹான்ஸ்மெண்ட் மோட்-ல் வேலை செய்யும் போது

அ) கேட் பாசிடிவாக இருக்க வேண்டும் ஆ) கேட் நெகடிவாக இருக்க வேண்டும்
இ) கேட் தரையிடப்பட்டிருக்க வேண்டும் ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

18 என்ஹான்ஸ்மெண்ட் மோட்-ல் பயன்படுத்தப்படும் டிரான்சிஸ்டர்

அ) NPN டிரான்சிஸ்டர் ஆ) UJT இ) JFET ஈ) MOSFET

19. ஒரு dc மோட்டாரின் வேககட்டுப்பாட்டிற்கு பயன்படும் உறுப்பு எது?

அ) ஒரு சந்தி உறுப்பாகும் ஆ) மூன்று சந்ததிகளையுடைய உறுப்பாகும்

இ) நான்கு சந்திகளையுடைய உறுப்பாகும் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

20. ஒரு dc மோட்டாரின் வேக்கட்டுப்பாட்டிற்கு பயன்படும் உறுப்பு எது?

அ) FET ஆ) NPN டிரான்சிஸ்டர் இ) SCR ஈ) மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

21. SCR ன் கடத்தும் தன்மையை கட்டுப்படுத்தும் முனை

அ) கேட் ஆ) அனோடு இ) கேத்தோடு ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

22. ஒரு SCR கடத்தும்போது அதன் மின்தடையானது

அ) அளவிடமுடியாத உயர்மின்தடை ஆ) சில மெகா ஓம்ஸ் மின்தடை

இ) குறைந்த மின்தடை ஈ) பூஜ்ஜியம் மின்தடை

23. ஒரு DIAC என்பது

அ) 2 முனையுடன், ஒரு திசையில் கடத்தும் உறுப்பு
ஆ) 2 முனையுடன், இரு திசையில் கடத்தும் உறுப்பு
இ) 3 முனையுடன், இரு திசையில் கடத்தும் உறுப்பு
ஈ) 4 முனையுடன், பல திசையில் கடத்தும் உறுப்பு

24. கீழ்க்கண்ட உறுப்புகளில் கேட் இல்லாது, இருதிசைகளிலும் வேலை செய்வது எது?

அ) SCR ஆ) TRIAC இ) DIAC ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

25. ஒரு TRIAC என்பது

அ) 2 முனை சுவிட்சு ஆ) 2 முனை இருபக்க சுவிட்சு
இ) 3 முனை ஒரு பக்க சுவிட்சு ஈ) 3 முனை இருபக்க சுவிட்சு

26. கீழ்க்கண்ட குறியீடு ஒரு ____________ ஆகும்

அ) SCR ஆ) DIAC இ) TRIAC ஈ) PNP டிரான்சிஸ்டர்

படம் வர வேண்டும்

27. ஒரு TRIAC ன் அமைப்பிற்கு இணையானது

அ) ஒரு திசை SCR ஆ) இருதிசை SCR

இ) NPN டிரான்சிஸ்டர் ஈ) PNP டிரான்சிஸ்டர்

28. TRIACஐ ____________ ஆக பயன்படுத்தலாம்

அ) ஃபேஸ் கட்டுப்படுத்தி ஆ) வெப்ப கட்டுப்படுத்தி

இ) மோட்டார் வேககட்டுப்படுத்தி ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

29. IGBTஐ ____________ ஆகவும் அழைக்கலாம்.

அ) JFET ஆ) MOSFET இ) COMFET ஈ) UJT

30. IGBTஐ ____________ ஆக பயன்படுத்தலாம்

அ) ஆம்பிளிபயர் ஆ) சுவிட்சு இ) இன்வர்டர் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

II. *ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி*

1. LDR என்றால் என்ன?
2. LDRன் ஒரு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
3. LED என்றால் என்ன?
4. அகச்சிவப்பு கதிர்வீச்சிற்கு பயன்படும் பொருள் எது?
5. செவன் செக்மெண்ட் LED என்றால் என்ன?
6. LCDயில் பயன்படும் ஆர்கானிக் காம்பவுண்ட்கள் யாவை?
7. LCDயின் வகைகள் யாவை?
8. சூரிய மின்கலன் (Solar cell) குறியீட்டு படம் வரைக.
9. சூரிய மின்கலனின் ஏதேனும் ஒரு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
10. UJT என்றால் என்ன?
11. UJT ன் குறியீட்டு படம் வரைக.
12. JFET என்றால் என்ன?
13. JFET வகைகளைக் கூறு.
14. MOSFET என்றால் என்ன?
15. MOSFET வகைகளைக் கூறு.

16. MOSFETன் முனைகளைக் கூறு.

17. SCR என்றால் என்ன?

18. SCRன் குறியீடு வரைக.

19. SCRன் ஏதேனும் ஒரு பயன்பாட்டினைக் கூறு.

20. DIAC என்றால் என்ன?

21. DIACன் முனைகளைக் கூறு.

22. TRIAC என்றால் என்ன?

23. TRIAC ன் ஏதேனும் ஒரு பயன்பாட்டினைக் கூறு.

24. IGBT என்றால் என்ன?

25. IGBTன் பிற பெயர்களைக் கூறு.

III. இரண்டு அல்லது மூன்று வரிகளில் விடையளி

1. LEDயின் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.

2. செவன் செக்மண்ட் முறையில் எண் 5ஐ எவ்வாறு காண்பிக்கப்படும் என்பதை விளக்கு.,

3. போட்டோ கண்டக்டர் என்றால் என்ன?

4. போட்டோ கன்டக்டிவ் விளைவு என்பது என்ன?

5. டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் என்றால் என்ன?

6. LCDன் தீமைகள் யாவை?

7. சூரிய மின்கலனின் (Solar cell) பயன்பாட்டினைக் கூறு.

8. UJTயில் இன்டர்பேஸ் மின்தடை என்பது என்ன?

9. UJTஐ எவ்வாறு அலையாக்கியாக (Oscillator) பயன்படுத்துவாய்? விளக்கு.

10. FETஐ யூனிபோலார் உறுப்பு என்று அழைக்கப்படுவதேன்? விளக்கு.

11. JFETயின் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.

12. MOSFET ஐ எதனால் IGFET என அழைக்கிறோம்? விளக்கு.

13. n- சேனல் E-MOSFETன் குறியீட்டு படம் வரைக.

14. MOSFETன் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.

15. SCRன் நன்மைகள் யாவை?

16. SCRன் முன்னோக்கு கடத்தும்பகுதி (Forward conduction region) என்று அழைக்கப்படுவது எது? விளக்கு.

17. DIACன் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.

18. DIACன் VI குணநல படத்தை வரைக.

19. TRIACன் குறியீட்டு படம் வரைக.

20. TRIACன் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.

IV. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு ஒரு பக்க அளவில் விடையளி.

1. LED வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கு.
2. செவன் செக்மண்ட் டிஸ்பிளே முறையை விளக்கு.
3. LDR வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கு.
4. LCD மற்றும் LED ஒப்பிடுக.
5. சூரிய மின்கலம் (Solar Cell) வேலை செய்யும் முறையை விளக்கு.
6. UJTயின் குணநலனை அதன் வரைபடத்துடன் விளக்கு.
7. FETயின் வெளியீட்டு குணநலனை விளக்கு.
8. JFET மற்றும் MOSFET ஒப்பிடுக.
9. DIACன் VI குணநலனை விளக்கு.
10. TRIACன் VI குணநலனை விளக்கு.
11. SCRஐ முன்னோக்கு பயாஸ் நிலையிலேயே இயக்குவது ஏன்? விளக்கு.
12. IGBT வேலை செய்யும் முறையை விளக்கு.

V. கீழ்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி.

1. MOSFET ன் பல்வேறு வகைகளின் வேலை செய்யும் முறைகளை தகுந்த படங்களுடன் விவரி.
2. ஃபில்டு எபக்ட் LCD இயங்கும் விதத்தை படத்துடன் விவரி.
3. டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் LCD இயங்கும் விதத்தை படத்துடன் விவரி.
4. n சேனல் JFET வேலை செய்யும் முறையைப் படத்துடன் விரிவாக விளக்கு.
5. UJT வேலை செய்யும் முறையை படத்துடன் விரிவாக விளக்கு.
6. DIAC ன் கட்டமைப்பு மற்றும் வேலை செய்யும் முறையை படத்துடன் விளக்கு.
7. TRIACன் கட்டமைப்பு மற்றும் வேலை செய்யும் முறையை படத்துடன் விளக்கு
8. SCR வேலை செய்யும் விதத்தினை தேவையை படத்துடன் விவரி.

விடைகள்

1 (ஈ)	2(அ)	3(இ)	4(அ)	5 (ஈ)
6 (இ)	7(ஆ)	8(இ)	9(அ)	10 (அ)
11(அ)	12(ஈ)	13(இ)	14(அ)	15(ஈ)
16(இ)	17(அ)	18(ஈ)	19(ஆ)	20(இ)
21(அ)	22(இ)	23(ஆ)	24(இ)	25(ஈ)
26(ஆ)	27(ஆ)	28(ஈ)	29(இ)	30(ஆ)

6. அலையாக்கிகள் (OSCILLATORS)

6.1. அறிமுகம்

ஒரு அலையாக்கி என்பது குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் அலைவுகளை உற்பத்தி செய்யும் ஓர் மின்னணு சுற்றாகும்.

அலையாக்கிகளின் வகைகள்.

அலையாக்கிகள் சினுசாய்டல் அலைகளையோ நான்-சினுசாய்டல் (Non-Sinusoidal) அலைகளையோ உற்பத்தி செய்யும். அவ்வகையில் அலையாக்கிகளை

1. சினுசாய்டல் அலையாக்கிகள் (Sinu Soidal Oscillators)
2. நான்-சினுசாய்டல் அலையாக்கிகள் (Non-Sinu Soidal Oscillators)எனப் பிரிக்கலாம்.

ஒரு சினுசாய்டல் அலையாக்கி, சைன் (sine) வடிவ அலைகளையும் நான் சினுசாய்டல் அலையாக்கி சதுர அலை, முக்கோண அலை, பல்சுகள், ரம்பப்பல் அலை ஆகிய அலைகளையும் உண்டாக்குகிறது. சதுர அலைகளையும் பல்சுகளையும் உண்டாக்கும் அலையாக்கியை மல்ட்டிவைபரேட்டர் (Multi Vibrator) என்கிறோம்.

சினுசாய்டல் அலையாக்கிகள் : இவை தேவையான அதிர்வெண் (Frequency) கொண்ட சினுசாய்டல் அலைகளை உண்டாக்கும்.

ஒரு அலையாக்கியின் முக்கிய அம்சங்கள்

1. தொட்டிச் சுற்று (Tank circuit)

   இன்டக்டன்சும் கப்பாசிட்டன்ஸ்ம் தொட்டிச் சுற்றாக அமைகின்றது. இவையே அலையாக்கியின் அதிர்வெண்ணை நிர்ணயிக்கின்றன.

2. மின்சக்தியை பெறும் முறை : (Source of energy)

   அலைகள் உண்டாகும்போது ஏற்படும் மின்சக்தி விரயத்தை ஈடுசெய்யும் ஒரு அமைப்பு.

3. மின்னூட்டம் (Feed back)

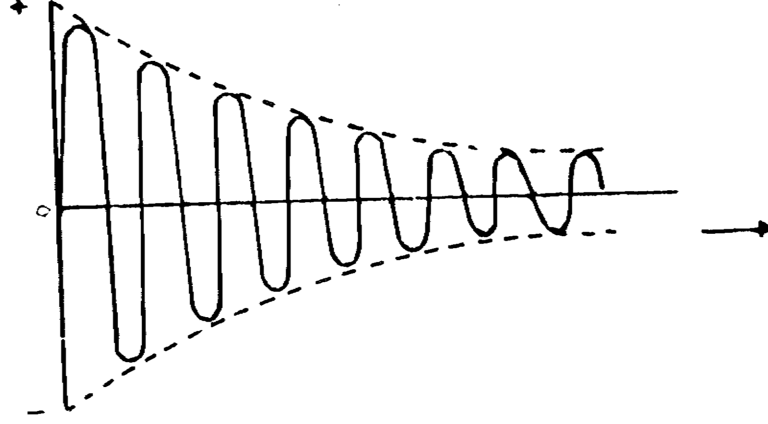
   அலையாக்கி செயல்படும்போது சுற்று அமைப்பிலிருந்து மின்சக்தியை சரியான நேரத்தில், சரியான ஃபேஸில் (Phase) வழங்கும் நேர் பின்னோட்ட அமைப்பு.

6.2. சினுசாய்டல் அலையாக்கிகளின் வகைகள்

சினுசாய்டல் அலைகளை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. தணியும் அலைகள் (Damped Oscillations)

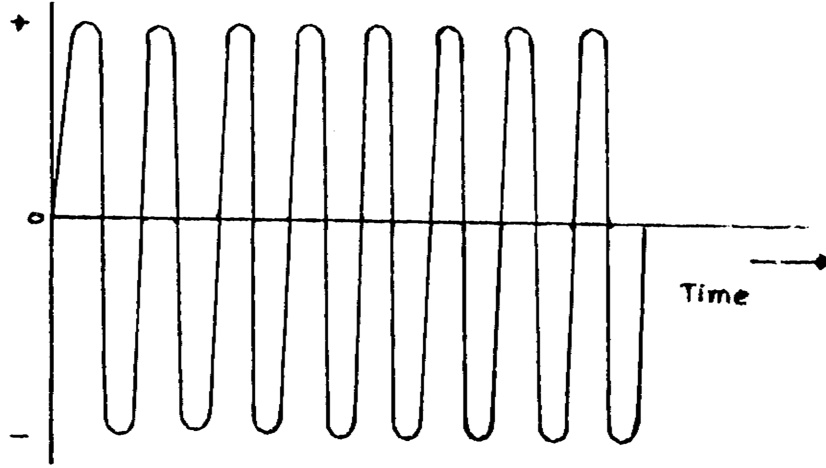
அலைகளின் வீச்சு தொடர்ந்து தணிந்து கொண்டோ, குறைந்து கொண்டோ சென்றால் அது தணியும் அலைகள் எனப்படும். கீழே உள்ள படம் 6.1ல் தணியும் அலைகளின் வரைபடத்தைக் காட்டுகிறது. ஒவ்வொரு அலைவின் போதும் ஓரளவு ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. இவ்வாறு குறையும் அல்லது இழக்கும் ஆற்றலை ஈடுசெய்யும் வழிமுறை இவ்வமைப்பில் இல்லை. ஆதலின் உண்டாக்கப்பட்ட அலைகளின் வீச்சு குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. ஆகையினால் அலைகளின் அதிர்வெண் அல்லது துடிப்பு மாறாமல் நிலையாக உள்ளது.



படம் 6.1

2. தணியாத அலைகள் (Undamped oscillations)

உண்டாக்கப்பட்ட அலைகளின் வீச்சு (Amplitude) மாறாமல் ஒரே அளவில் இருந்தால் அது தணியாத அலைகள் ஆகும். படம் 6.2ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.2

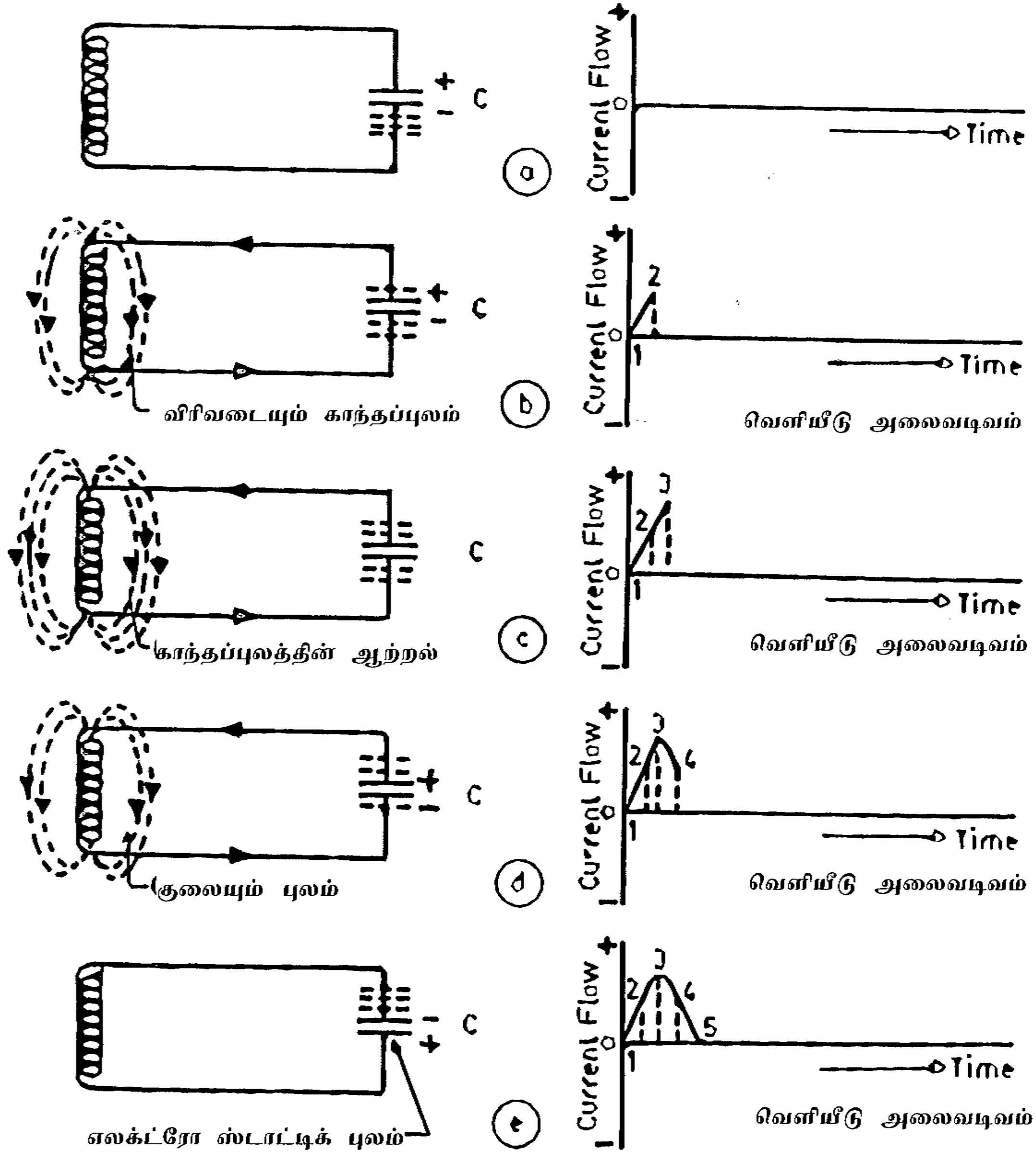
இம்முறையிலும் ஆற்றல் இழப்பு உண்டாகிறது. ஆனால் அது ஈடு செய்யப்படுகிறது.

எலக்ட்ரானிக் உபகரணங்களில் பயன்படும் பல்வேறு வகை அலையாக்கிகளில் இவ்வாறு தணியாத அலைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

தொட்டிச் சுற்றின் செயல்

தேவையான அதிர்வெண் (Frequency) உடைய அலைகளை உண்டாக்கும் ஒரு சுற்று அலையாக்கி சுற்று ஆகும். படம் 6.3ன் உதவியுடன் ஒரு தொட்டிச் சுற்று எவ்வாறு செயலாற்றுகிறது எனக் காண்போம்.

நிலை 1 : இந்த நிலையில் C என்னும் கன்டன்சர் பாட்டரியினால் முழுவதுமாக சார்ஜ் (Charge) செய்யப்படுகிறது. இது டிஸ்சார்ஜ் ஆகத் தயார் நிலையில் உள்ளது. இது படம் 6.3ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.3

நிலை 2 : இன்டக்டர் (L) D, C மின்னோட்டத்திற்கு ஒரு வழியாக அமைகிறது. மின்தேக்கி (C) இன்டக்டர் வழியாக டிஸ்சார்ஜ் ஆகிறது.

கன்டன்சர் இண்டக்டாவழியாக டிஸ்சார்ஜ் செய்வதால், இன்டக்டர் வழியாகப் பாயும் மின்சாரத்தின் காரணமாக அதைச் சுற்றிலும் ஒரு காந்த மண்டலம் உண்டாக்கப்படுகிறது.

சார்ஜ் செய்யப்பட்ட கன்டன்சர் இப்போது டிஸ்சார்ஜ் செய்ய ஆரம்பிக்கிறது. மின்னோட்டம் மீண்டும் எதிர்திசையில் பாய்கிறது. இந்த மின்சாரம் இன்டக்டரைச் சுற்றி விரியும் காந்த மண்டலத்தை (expanding Magnetic field) உண்டாக்குகிறது. அம்புக்குறி மின்னோட்ட நிகழும் திசையை படம் 6.3ல் காட்டுகிறது.

நிலை 3 : இன்டக்டர் வழியாக கன்டன்சர் முழுவதும் டிஸ்சார்ஜ் ஆகும் வரை மின்சாரம் அதே திசையில் பாய்கிறது. இது படம் 6.3cல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆகவே மின்தேக்கியின் நிலையாள மின்புலம் இப்போது இன்டக்டரைச் சுற்றி மின்காந்த மண்டலமாக மாற்றப்படுகிறது.

நிலை 4 : இப்பொழுது மின்தேக்கி முழுமையாக டிஸ்சார்ஜ் அடைகிறது. இந்நிலையில் மின்னோட்டம் முற்றிலும் நின்றவுடன் இன்டக்டரைச் சுற்றியுள்ள காந்த மண்டலம் சிதைய (Collapse) ஆரம்பிக்கிறது.

லென்ஸ் (Lenz law) விதிப்படி இன்டக்டரைச் சுற்றியுள்ள காந்த மண்டலம் குறையும் போது (மடியும்போது) எதிர்த்திசையில் பாயுமாறு ஒரு மின்சாரம் தூண்டப்படுகிறது. இந்தத் தூண்டப்பட்ட மின்சாரம் கன்டன்சரை எதிர்த்திசையில் சார்ஜ் செய்கிறது. படம் 6.3d.

நிலை 5 : இன்டக்டரை சுற்றியுள்ள காந்த மண்டலம் முற்றிலும் குறைந்த பின்பு, காந்த மண்டலத்திலுள்ள ஆற்றல் முற்றிலும், கன்டன்சரிலுள்ள சார்ஜ் ஆக மாற்றப்படுகிறது. கன்டன்சர் முற்றிலும் சார்ஜ் செய்யப்பட்டவுடன் மின்னோட்டம் நின்றுவிடுகிறது. படம் 6.3e.

நிலை 6 : இப்போது மின்தேக்கி டிஸ்சார்ஜ் ஆகிறது. மின்தேக்கி சார்ஜ் அடைவதற்கு எந்த திசையில் மின்னோட்டம் நிகழுமோ, அதற்கு எதிர்திசையில் இப்போது மின்னோட்டம் நிகழும். இந்த மின்னோட்டம், இன்டக்டரைச் சுற்றி ஒரு காந்த மண்டலத்தை ஏற்படுத்துகிறது. படம் 6.3.f.

நிலை 7 : இங்கு தகடுகளுக்கு இடையே உள்ள சார்ஜின் வித்தியாசம் பூஜ்யம். இதற்கு முன் நிகழ்ந்தது போலவே காந்த மண்டலம் அழிகிறது. ஆகவே அதே திசையில் மின்னோட்டம் தொடர்கிறது. படம் 6.3.g

நிலை 8 : நிலை காந்த மண்டலத்தின் ஆற்றல், முழுமையாக மின்தேக்கிக்கு மாற்றப்பட்டவுடன், கன்டன்சர் எதிர் திசையில் முழுவதுமாக மீண்டும் சார்ஜ் செய்யப்படுகிறது. அதாவது மீண்டும் நிலை 1ல் உள்ளது போல சார்ஜ் நிலையை அடைகிறது. படம் 6.3.h

இந்த தொடர் நிகழ்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டே உள்ளது. இதில் எண்ணிக்கை கன்டன்சர், இன்டக்டர் கொண்ட பக்கச் சுற்றின் இயைவு அதிர்வெண்ணுக்கு ஏறத்தாழ சமமமாக உள்ளது. அதாவது

$$fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

இதில் Fr = இவை அதிர்வெண், ஹெர்ட்ஸ்களில்

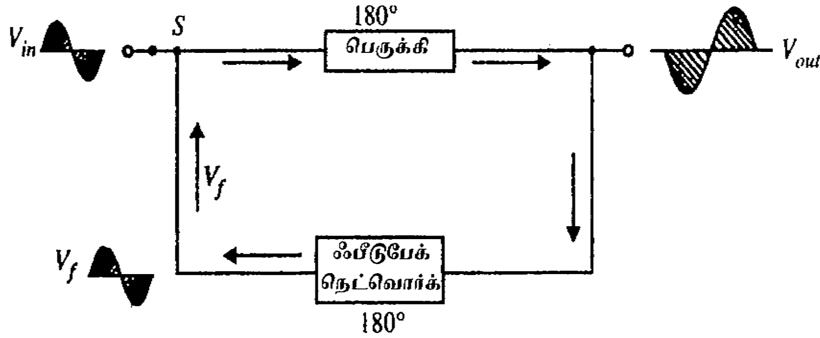
L = இன்டக்டன்ஸ், ஹென்றிகளில்

C = கப்பாஸிடன்ஸ், பாரெட்களில்

சுற்றின் மொத்த தடையை பூஜ்யமாக கொண்டால், சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டத்தின் வரைபடம், ஒரு மாறா வீச்சை உடைய சைன் வடிவ வளைகோடாக இருக்கும். ஆயினும் எந்த ஒரு சுற்றிலும் ரெஸிஸ்டன்ஸ் தன்மை கட்டாயம் இருக்கும். இதன் காரணமாக உண்டாகும் I^2R இழப்பிலும் அலைகளின் வீச்சு (வலிமை) சீராகக் குறைந்து கொண்டே வரும். இவ்வாறு குறையும் வலிமையுள்ள அலைகளை தணியும் அலைகள் என்கிறோம். ஆதனில் தணியாத (வலிமை குறையாத) அலைகளை உண்டாக்க ஒவ்வொரு முறையும் உண்டாகும் ஆற்றல் இழப்பு உடனுக்குடன் ஒரு மின்கலத்தின் மூலம் ஈடு செய்யப்பட வேண்டும்.

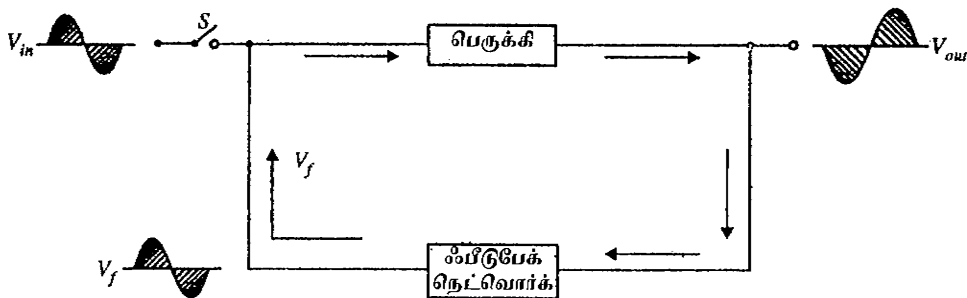
நேர்மறை பின்னூட்ட விரிவாக்கி அலையாக்கி (+ve Feedback Amplifier-Oscillator)

ஓர் டிரான்சிஸ்டர் விரிவாக்கியானது நேர்மறை பின்னூட்டம் (+ve feedback) பெற்றிருந்தால அது அலையாக்கியாக செயல்படும். அதாவது வெளிப்புற சிக்னல் மின்னழுத்த உதவியின்றி தானாகவே அலைவுகளை ஏற்படுத்தும். கீழே உள்ள படம் 6.4 நேர்மறை ஃபீடுபேக் உடைய ஓர் டிரான்சிஸ்டர் அலையாக்கியின் கட்டப்படத்தைக் காட்டுகிறது. நேர்மறை ஃபீடுபேக் என்பது, ஃபீடு பேக் மின்னழுத்தத்தின் (Vf) பிறையும் (Phase) உள்ளீட்டு சிக்னல் மின்னழுத்தத்தின் பிறையும் ஒன்று போல் இருக்க வேண்டும். இந்த கோட்பாட்டை மேலுள்ள சுற்றானது பூர்த்தி செய்கிறது. முதல் 180° பிறைமாற்றத்தை (Phase Shift) விரிவாக்கி சுற்றும் அடுத்த 180° பிறைமாற்றத்தை ஃபீடுபேக் சுற்றும், செயல்படுத்துகிறது. இதன் விளைவாக சிக்னலானது 360° ம் பிறை மாற்றம் செய்யப்பட்டு உள்ளீட்டில் தரப்படுகிறது. அதாவது ஃபீடுபேக் மின்னழுத்தமானது உள்ளீட்டு சிக்னலின் பிறையில் இருப்பதாக உள்ளது.



படம் 6.4

படம் 6.4. சுற்றானது வெளியீட்டில் அலைவுகளை ஏற்படுத்தும் என்பதை நாம் அறிவோம். ஆனால் 'ஓர் அலையாக்கி என்பது தாமாகவே (சிக்னல் மின்னழுத்தம் இல்லாமலே) அலைவுகளை ஏற்படுத்தும் சுற்று' என்றுதான் நாம் பார்த்தோம். இந்நிலையில் மேலுள்ள சுற்றில் உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் தரப்படுவது அலையாக்கியின் கூற்றுக்கு முரண்படுவதாக தோன்றும்.



படம் 6.5.

படம் 6.4.ல் உள்ள 'S' ஸ்விட்சை படம் 6.5ல் காட்டியுள்ளது போல் திறந்த நிலையில் வைத்தால், உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் (Vin) நீக்கப்பட்டதாக அர்த்தம். ஆனால் (Vf) ஃபீடுபேக் மின்னழுத்தமானது (அசல் சிக்னலின் பிறையும்-இதன் பிறையும் ஒன்று போல் இருக்கும்). தற்போதும் உள்ளீட்டில் தரப்பட்டிருக்கும். இந்நிலையில் விரிவாக்கியானது உள்ளீட்டு சிக்னலுக்கு (Vin) எவ்வாறு செயல்பட்டதோ அதே போல் இதற்கும் செயலாற்றும். அதாவது Vf ஆனது

விரிவாக்கம் செய்யப்பட்டு வெளியீட்டிற்கு தரப்டும். ஃபீடுபேக் சுற்றானது வெளியீட்டின் ஒரு பகுதியை மீண்டும் விரிவாக்கி சுற்றுக்கு உள்ளீடாக தரும்.

ஆகவே விரிவாக்கியானது மற்றுமொரு உள்ளீட்டு சிக்னலை பெற, அதற்கிணையான வெளியீட்டை உற்பத்தி செய்கிறது. இச்செயலானது விரிவாக்கி சுற்றுக்கு உள்ளீட்டு சிக்னல் தரப்பட்டு அதன் மூலம் 'ON' நிலைக்கு வரும்வரை தொடரும். ஆக ஓர் விரிவாக்கியானது வெளிப்புற சிக்னல், உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் இல்லாமலே சினுசாய்டல் வெளியீட்டை உருவாக்கும் என்பது இதன் மூலம் புலனாகிறது.

கீழே உள்ள குறிப்புகள் குறிப்பிடத்தக்கவை

அ. +ve ஃபீடுபேக் உடைய டிரான்சிஸ்டர் விரிவாக்கி ஓர் அலையாக்கியாக செயல்படும்.

ஆ. இந்த சுற்றானது அலைவுகளை துவக்க ஓர் டிரிகர் (trigger) சிக்னல் கொடுத்தாலே போதுமானது. அலைவுகள் ஏற்படுத்த ஆரம்பித்து விட்டால் அதன்பிறகு வெளிப்புற சிக்னல் மின்னழுத்தம் எதுவும் தேவையில்லை.

இ. வெளியீட்டில் தொடர்ச்சியாக தணியாக அலைகள் கிடைக்க கீழ்க்காணும் கோட்பாட்டை பின்பற்ற வேண்டும்.

$m_V A_V \quad = \quad 1$

இதில் .... Av = மின்னழுத்த லாபம் (ஃபீடு பேக் இல்லாத நிலையில்)

m_V = ஃபீடு பேக் விகிதம் (Feedback fraction)

இந்த கோட்பாடு பர்க்காசன் நிபந்தனை (Barkhausen Criterion) என்றழைக்கப்படுகிறது.

பர்க்காசன் நிபந்தனை (Barkhausen Criteria)

ஓர் விரிவாக்கியின் வெளியீட்டில் தொடர்ச்சியாக தனியாத அலைவுகளை பெற, +ve ஃபீடு பேக் ஆனது கீழ்க்காணும்படி இருக்க வேண்டும்.

$MvAv \quad = \quad 1$

+ve ஃபீடு பேக் பெருக்கியில் இந்த நிபந்தனை நிறைவேற்றப்பட்டால், அது தொடர்ச்சியாக (தேவையான பவர் சப்ளையும் தரப்பட்டால்) தனியாத அலைகளைத் தரும்.

கணித விரிவாக்கம் (Mathematical Explanation)

+ve ஃபீடுபேக் பெருக்கியின் மின்னழுத்த லாபம் கீழுள்ளவாறு தரப்படுகிறது.

$$A_{vf} = \frac{Av}{1 - mvAv}$$

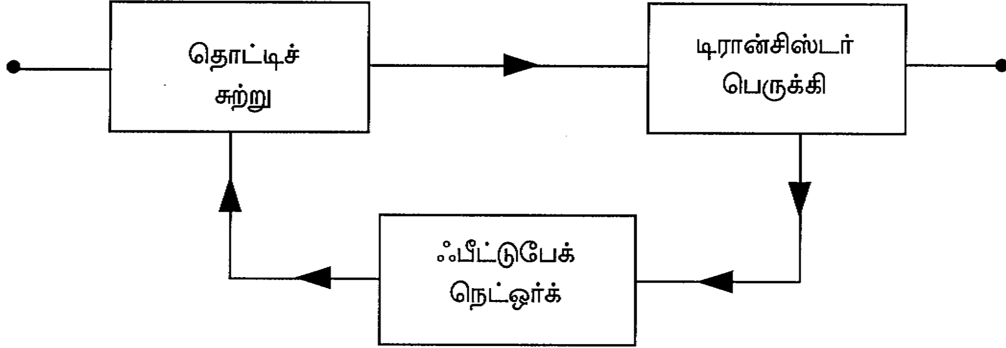
mvAv = 1 ஆக இருந்தால், $Avf \longrightarrow \alpha$ ஆக இருக்கும்.

ஓர் விரிவாக்கியில் முடிவற்ற (Infinite) லாபத்தை பெற முடியாது என்பதை நாம் அறிவோம். ஏனென்றால் உள்ளீட்டு மின்னழுத்தத்தின் மறையும் மிகச் சிறிய பகுதிகூட வெளியீட்டில் குறிப்பிட்ட அளவு வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தை ஏற்படுத்த முடியும். (உள்ளீட்டு சிக்னலானது)

பூஜ்யமாக இருந்தாலும்). ஆக சுற்றானது உள்ளீட்டு டிரிகர் பல்சை பெற்றுவிட்டால், தொடர்ச்சியாக அலைவுகளை ஏற்படுத்தும் அலையாக்கியாக (வெளிப்புற சிக்னல்-உள்ளீடு இல்லாத நிலையிலும்) செயல்படும்.

ஒரு டிரான்ஸிஸ்டர் அலையாக்கியின் தேவைகள்

ஒரு டிரான்ஸிஸ்டர் அலையாக்கியின் அடிப்படைத் தேவைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.



படம் 6.6.

1. அலையாக்கிச் சுற்று / தொட்டிச் சுற்று

அலைகளின் துடிப்பை / அதிர்வெண்ணை (Frequency) நிர்ணயிக்கும். எல்.சி. கொண்ட பக்கச் சுற்று.

2. ஆக்டிவ் உறுப்பான டிரான்ஸிஸ்டர்

பேட்டரியிலிருந்து டிசி. மின்னழுத்தம் டிரான்ஸிஸ்டர் அலையாக்கிக்கு இணைக்கப்படுகிறது. தொட்டிச் சுற்றில் உண்டாக்கப்பட்ட அலைவுகள் டிரான்ஸிஸ்டரினாலான ஆம்பிளிபயர் சுற்றுக்கு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. ஆனால், அதன் பெருக்கும் பண்பால், அதிக வீச்சையுடைய அலைகளைப் பெறுகிறோம். இந்த வெளியீடு தொட்டிச் சுற்றுக்கு இழப்பை ஈடுசெய்ய கொடுக்கப்படுகிறது.

கம்பிச்சுருள் (Coil)

கம்பிச்சுருளின் Q என்பது காயிலின் தகுதி எண் என்றும் (Figure Merit) அழைக்கப்படுகிறது. இது காயிலின் இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ்க்கும் காயிலின் மின்தடைக்கும் உள்ள விகிதமாகும்.

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi FL}{R}$$

Q = தகுதி எண்

X_L = இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் ஓம்களில்

R = மின்தடை - ஓம்களில்

F = அதிர்வெண் - ஹெர்ட்ஸ்களில்

L = இன்டக்டன்ஸ் - ஹென்றிகளில்

π = மாறிலி = 3.14

ஒரு அலையாக்கியாக டிரான்ஸிஸ்டர் செயலாற்றுதல்

தொட்டிச் சுற்றிலிருந்து தணியாத அலைகளைப் பெற இழந்த ஆற்றலை ஈடுசெய்ய போதுமான அளவு ஆற்றல் கொடுக்கப்பட வேண்டும். ஆற்றலை மாற்றித்தரும் சாதனம் ஒன்று தேவை. இதற்கு ஏற்ற ஒரு சாதனம் டிரான்ஸிஸ்டர் பெருக்கி ஆகும். தன்னுடைய பெருக்கும் தன்மையால், டிரான்ஸிஸ்டர் ஒரு சிறந்த சக்திமாற்றும் சாதனமாக அமைகிறது. தொட்டிச் சுற்றிலுள்ள தணியும் அலைகள் டிரான்ஸிஸ்டரின் பேசில் செலுத்தப்பட்டால், அது பெருக்கப்பட்டு கலெக்டரில் வெளியிடப்படுகிறது. ஆதலில் பேஸ் சுற்றை விட கலெக்டர் சுற்றில் அதிக ஆற்றல் கிடைக்கிறது. இந்த ஆற்றலில் ஒரு பகுதி ஏதேனும் ஒரு ஃபேஸில் பின்னூட்டம் செய்யப்பட்டால், தொட்டி சுற்றில் ஏற்படும் இழப்புகள் ஈடு செய்யப்பட்டு தணியா அலைகள் உண்டாகும்.

3. பின்னூட்ட சுற்றுகள்

வெளியீடு சுற்றிலுள்ள ஆற்றலில் ஒரு பகுதியைத் தொட்டிச் சுற்றுக்குச் சரியான அளவிலும் சரியான ஃபேஸிலும் (phase) கொடுத்து, இழப்பை ஈடுசெய்து, தணியாத அலைகளை உண்டாக்க உதவிசெய்கிறது. அதாவது இந்த சுற்று நேர் பின்னூட்டத்தை (Positive Feed back) வழங்குகிறது.

டிரான்ஸிஸ்டர் அலையாக்கியின் வகைகள்

எல்லா அலையாக்கிகளும் வெவ்வேறு பெயர்களில் இருப்பினும் தணியாத அலைகளை தரும் ஒரே பணியையே செய்கின்றன. இவை தொட்டிச் சுற்றுக்கு பின்னூட்டம் வழங்கி, இழப்பை ஈடுசெய்யும் முறையில் மட்டுமே மாறுபடுகின்றன. எலக்ட்ரானிக் சுற்றுகளில் பயன்படும் பல்வேறு அலையாக்கிகள் பின்வருமாறு.

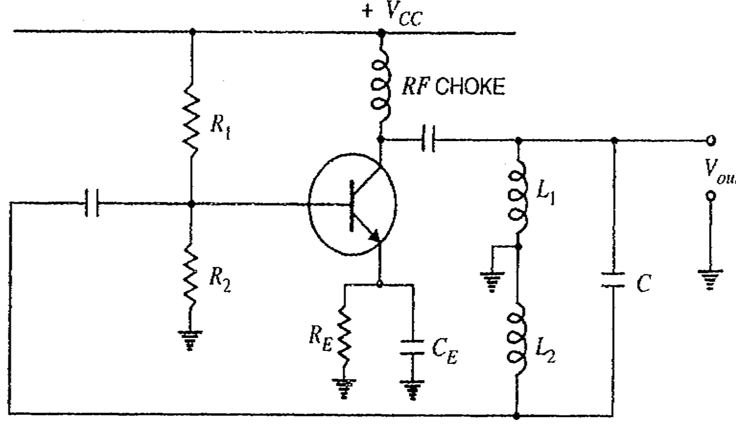
1. ஹார்ட்லி அலையாக்கி (Hartely Oscillator)
2. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கி (Colpitts Oscillator)
3. பேஸ்-ஷிப்ட் அலையாக்கி (Phase Shift Oscillator)
4. இயைவு செய்யப்பட்ட கலெக்டர் அலையாக்கி (Tuned Collector Oscillator)
5. கிறிஸ்டல் அலையாக்கி (Crystal Oscillator)

இந்த அலையாக்கிகள் செயல்படும் முறை மற்றும் அனுகூலங்கள் பிரதிகூலங்கள் இவைகளைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்வோம்.

ஹார்ட்லி அலையாக்கி

வானொலி ஏற்பிகளில் லோக்கல் அலையாக்கியாக இவ்வகை அலையாக்கிகள் பயன்படுகின்றன. L_1, L_2, C_1, தொட்டிச் சுற்று L_1 இன்டக்டிவ் முறையில் C_2 வுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது படம் 6.5ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த மொத்த அமைப்பு ஒரு ஆட்டோ டிரான்ஸ்பார்மர் போல் செயல்படுகிறது. கலெக்டருக்கும் பேசுக்கும் இடையில் உள்ள R_1 மற்றும் R2 என்ற தடைகள் தேவையான பயாசை (Bias) வழங்குகிறது. கன்டன்சர் Cc, DC பகுதியைத் தடுக்கிறது. L_1, L_2, C_1 அலையாக்கியின் அலைவுகளை நிர்ணயிக்கிறது. அலைவுகளின் எண்ணிக்கை அதாவது துடிப்பு அதிர்வெண்கான சூத்திரம்

$$f_0 = 1/2\pi \sqrt{(L_1 + L_2)\, C_1}$$



படம் 6.7.

சுற்று செயல்படும் முறை

சுவிட்சு S மூடப்பட்ட உடன் கலெக்டர் கரண்ட் பாய ஆரம்பித்து உயர்கிறது. இது கன்டன்சர் C1 யைச் சார்ஜ் செய்கிறது. இது முழுவதும் சார்ஜ் ஆனவுடன், L_1 மற்றும் L_2 வழியாக டிஸ்சார்ஜ் செய்து குறிப்பிட்ட துடிப்பில் அலைவுகளை தொடங்குகிறது.

L_2ல் உண்டான அலைவுகள் டிரான்ஸிஸ்டரில் பேஸ் எமிட்டர் சந்திப்பில் இணைக்கப்பட்டு, பெருக்கப்பட்ட நிலையில் அதன் கலெக்டரில் கிடைக்கின்றது. கலெக்டரில் வெளியிடப்பட்ட ஆற்றலை L_1, L_2 க்கு இடையிலுள்ள (Mutual inductance) தன்மையினால் L_2 தொட்டிச் சுற்றுக்கு தொடர்ந்து சப்ளை செய்யப்பட்டு, இழப்பு ஈடுசெய்யப்படுகிறது. ஆதலின் தொடர்ச்சியான தணியாத அலைகள் கிடைக்கின்றன.

பின்னூட்ட ஆற்றலின் ஃபேஸ் (Phase) தன்மையைக் காண்போம். ஆட்டோ டிரான்ஸ்பார்மரின் **A.B** முனைகளுக்கும் L_1 - L_2 ஆகிய இரண்டும் 180° எதிர் ஃபேஸ் உள்ளன. மேலும் ஒரு 180° ஃபேஸ் மாற்றம் டிரான்ஸ்ஸிஸ்டரில் நடைபெறுகிறது. மின்தேக்கி Cc, Dc மின்னோட்டத்தை தொட்டிச் சுற்றுக்கு செல்லாமல் தடுக்கிறது. இவ்வாறு ஆற்றல் மாற்றம் சரியான ஃபேஸ் நடைபெறுகிறது.

இந்த அலையாக்கி சுற்றின் சிறப்புகள்

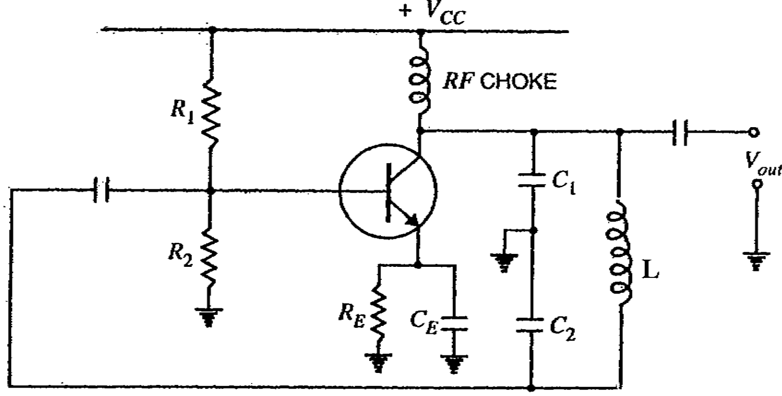
1. அதிக எல்லைகளைக் கொண்ட அலைகளைப் பெறலாம்.
2. இயைவு செய்தல் எளிது.

***கால்பிட்ஸ் அலையாக்கி* (Collpitt's Oscillator)**

கால்பிட்ஸ் அலையாக்கியும், சில சிறு மாற்றங்களைத் தவிர ஹார்ட்லி அலையாக்கியைப் போன்றதே. L_1, L_2 காயில்களிடத்தில் C_1, C_2 என்ற கன்டன்சர்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த கன்டன்சர் என்ற பொதுவான இன்டக்டருடன் படம் 6.6ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

C1, C2 மற்றும் L1 இவைகளைக் கொண்டது தொட்டிச் சுற்று. அலையாக்கி வெளியிடும் அலைவுகளை C1, C2 மற்றும் L1 ஆகிய உறுப்புகளே தீர்மானிக்கின்றன.

$$\frac{fo=1}{2\pi LC} \ where \ C = \frac{C_1 \ x \ C_2}{C_1 \ x \ C_2}$$



படம் 6.8.

சுற்று செயல்படும் முறை

சுற்று ஆன் செய்யப்பட்டவுடன் C_1, C_2 ஆகிய இரண்டும் சார்ஜ் செய்யப்படுகின்றன. இவை மூலமாகத் தங்கள் சார்ஜை டிஸ்சார்ஜ் செய்து குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் கொண்ட அலைகளை வெளியிடுகின்றன. பெருக்கியின் வெளியீட்டு 'C_1' வழியாகவும் பின்னூட்ட மின்னழுத்தம் (feedback Voltage) 'C_2' விலும் கிடைக்கிறது. இந்த பின்னூட்ட மின்னழுத்தம் 'C_1' ல் கிடைக்கும் மின்னழுத்தத்திற்கு 180° எதிர்மறை (out of phase) யாக இருக்கும். மேலும் இம்மின்னழுத்தம் டிரான்சிஸ்டரில் தரப்படும் பொழுது நேர்மறைப் பின்னூட்டம் (Positive feedback) கிடைக்கச் செய்கிறது.

முதல் 180^0 ஃபேஸ் மாற்றம் டிரான்ஸிஸ்டரினால் உண்டாக்கப்படுகிறது. அடுத்த 180° ஃபேஸ் மாற்றம் C_1 - C_2 மின்னழுத்த பகுப்பானால் (Voltage divider) ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு இது தணியாத அலைகளை ஏற்படுத்துகிறது.

இந்த அலையாக்கி சுற்றின் சிறப்புகள்

1. அதிக எல்லைகளைக் கொண்ட அலைகளைப் பெறலாம்.
2. எளிதாக இயைவு செய்யலாம்.

ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கி / ஆர்.சி. அலையாக்கி **(Phase Shift Oscillator)**

எல்.சி. உறுப்புகளைக் கொண்ட அலையாக்கிகளில் இரண்டு குறைபாடுகள் உள்ளன. அவையாவன.

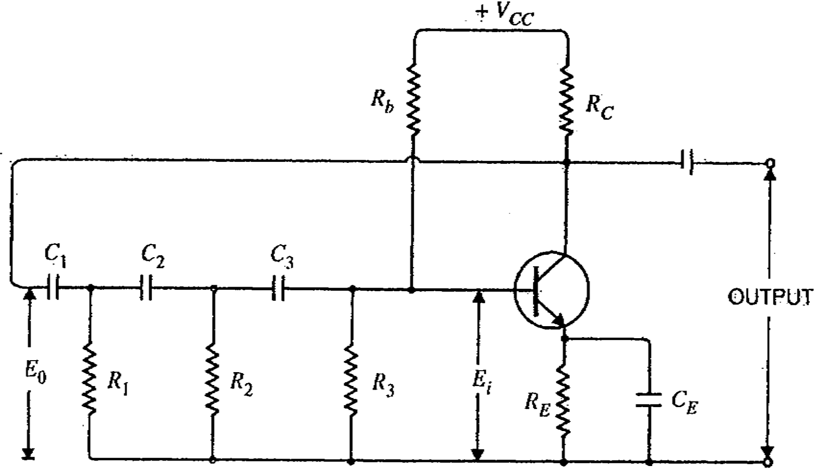
1. நிலைப்புத் தன்மை இல்லாமை (Instability)
2. குறைந்த அதிர்வெண் அலைகள் உண்டாக்க முடியாமை

இந்த இரண்டு குறைபாடுகளையும் ரெஸிஸ்டன்ஸ், கன்டன்சர் ஆகிய உறுப்புகளை மட்டுமே கொண்ட பேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கி மூலம் தவிர்க்கலாம்.

இந்த வகை அலையாக்கியில் காயில் அல்லது கப்பாசிட்டர் (L, C) பயன்படுத்தப்படாமல் ஃபேஸ் மாற்றும் சுற்றின் மூலம் முதல் 180^0 -யும் அடுத்த 180^0 ஃபேஸ் மாற்றம்

டிரான்ஸ்ஸிஸ்டரினாலும் நடைபெறுகின்றது. இவ்வாறு சரியான பிறையில் ஆற்றல் பின்னூட்டம் செய்யப்படுகிறது.

மேலே உள்ள படம் பேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் இணைப்புப் படமாகும். R_1, C_1, R_2, C_2, R_3, C_3 பேஸ் ஷிப்ட் உறுப்புகளாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணின் ஒவ்வொரு ஆர்.சி. TÏ § « p 60^0 ஃபேஸ் மாற்றம் உண்டாகி மொத்தம் 180^0 ஃபேஸ் மாற்றம் உண்டாகிறது.



படம் 6.9.

உண்டாக்கப்பட்ட அலைகளின் அதிர்வெண் காண

$$\frac{f_o = 1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

Where $R_1 = R_2 = R_3 = R$

$C_1 = C_2 = C_3 = C$

சுற்று செயல்படும் முறை

சுவிட்ச் ஆன் செய்தவுடன் சுற்றில் குறித்த அதிர்வெண் உடைய அலைகள் உண்டாகின்றன. ஆம்ப்ளியரின் வெளியீடான Eo பின்னூட்டமாக ஆர்.சி பின்னூட்ட சுற்றுக்கு கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த சுற்று 180^0 பிறைமாற்றளம் உண்டாக்கி Ei என்ற மின்னழுத்தம் அதன் வெளியீடாக கிடைக்கிறது. இந்த மின்னழுத்தம் டிரான்ஸிஸ்டருக்கு வழங்கப்படுகிறது.

பின்னூட்ட விகிதம் $m = E_i / E_o$ ஆகும். பின்னூட்ட பிறைமாற்றம் 180° டிரான்சிஸ்டர் மூலம் நிகழ்த்தப்படுகிறது. அடுத்த 180° பிறைமாற்றம் 'RC' சுற்றுகளின் மூலம் நிகழ்த்தப்படுகிறது. ஆக 360°க்கு பிறைமாற்றம் முழுமையாக நிகழ்த்தப்படுகிறது.

இதன் சிறப்புகள்

***அனுகூலங்கள்* (Advantages)**

1. இன்டக்டர்கள் அல்லது டிரான்ஸ்பார்மர்கள் பயன்படுவதில்லை
2. குறைந்த அதிர்வெண் அலைகளை உண்டாக்க முடியும்.
3. அலைத்துடிப்பு, நிலைப்புத் தன்மை உடையது

பிரதிகூலங்கள்

1. பின்னூட்ட ஆற்றலின் அளவு குறைவாக இருப்பதால் அலைவுகளை ஆரம்பிப்பது சற்றுக் கடினம்.

2. காற்றில் வெளியீடு வலிமை குறைந்த அலையாகும்.

***கிறிஸ்டல் அலையாக்கி* (Crystal Oscillator)**

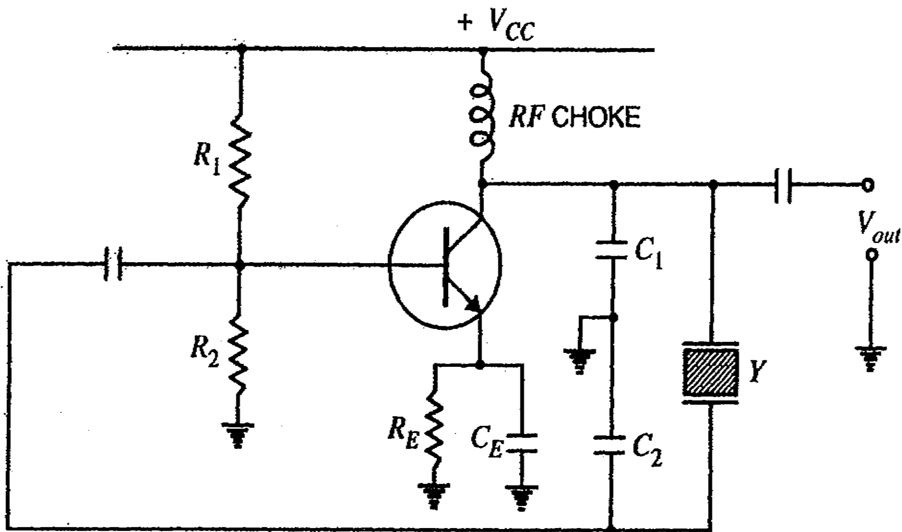
LC வகை RC வகை அலையாக்கிகளில் பொதுவாக சில குறைபாடுகள் எற்படுகின்றன. அவைகள் வெளியிடும் அலைகளில் அதிர்வெண் மிகச் சரியான நிலைப்புத் தன்மை உடையது என கூறமுடியாது. ஏனென்றால் இவைகளில் பயன்படுத்தப்படும் ரெஸிஸ்டர்கள், இன்டக்டர்கள் வெப்பநிலை மாற்றத்தினால் லேசாக மாற்றம் அடைவதால் வெளியீடு அலையில் அதிர்வெண் குறைந்த அளவுக்கு மாற்றம் பெறுகிறது.

மிக நுட்பமான நிலைப்புத் தன்மையுடைய அலைகளைப் பெற பீசோ எலக்ட்ரிக் கிறிஸ்டல் (Piezo electric crystals) கொண்ட தொட்டிச் சுற்றுகள் அமைக்கப்படுகின்றன. ரோசல்லி உப்பு (Rochelle salt), குவார்ட்ஸ் (Quartz), டூர்மலின் (tourmaline) போன்ற சில படிகங்கள் பீசோ எலக்ட்ரிக் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

பீசோ எலக்ட்ரிக் விளைவு

ஒரு பீசோ எலக்ட்ரிக் படிகத்தின் இரண்டு அலைகளின் ஒரு மாறு மின்னோட்டத்தை இணைத்தால், படிகமும், அந்த மாறு மின்னோட்டத்தில் அதிர்வெண்ணுக்கு சமமாக அதிர்ச்சி அடையும். இந்த கொள்கையில் மறுதலையாக படிகம் அதிர்வு அடையுமாறு செய்தால் அலைகள் குறித்த அதிர்வெண் உடைய அலைகளை வெளியிடும். இக்கொள்கையில் அடிப்படையில் இவ்வகை அலையாக்கிகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

டிரான்ஸிஸ்டர் கிறிஸ்டல் அலையாக்கி



படம் 6.10.

படம் 6.11..ல் டிரான்ஸ்ஸ்டர் கிறிஸ்டல் அலையாக்கி காட்டப்பட்டு உள்ளது. L_1C_1 கொண்ட தொட்டிச் சுற்று டிரான்ஸிஸ்டரின் கலெக்டர் சுற்றிலும் கிறிஸ்டல் அதன் பேஸ் சுற்றிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. L_1 உடன் இன்டக்டிவ் முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள L_2 பின்னூட்ட ஆற்றலை வழங்குகிறது. கிறிஸ்டல் பின்னூட்ட சுருளுடன் தொடர்ச்சி இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எல்.சி. தொடர் சுற்றின் இயல்பான அதிர்வெண்ணுக்கு சமமாக இருக்கும்படி சரிசெய்யப்படுகிறது.

சுவிட்ச் ஆன் செய்யப்பட்டவுடன் கன்டன்சர் C_1 சார்ஜ் ஆகிறது. இந்த கன்டன்சர் டிஸ்சார்ஜ் ஆகும் போது அது அலைகளை உண்டாக்குகிறது. L_1ல் உண்டாகும் மின்னழுத்தம் L_2-க்கு இன்டக்டன்ஸ் முறையில் கிடைக்கிறது. இந்த நேர் மின்னூட்டம் அலையாக்கியை இயக்கி, அலைகளை உண்டாக்குகின்றன. இந்த அலையாக்கியின் அலைவுகள் பேஸ் சுற்றிலுள்ள கிறிஸ்டலினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாக மொத்த சுற்றும் அலையாக்கியின் இயல்பான துடிப்பிற்கு சமமாக அதிர்கிறது. கிறிஸ்டலின் இயல்பான துடிப்பு வெப்பநிலை மற்றும் வேறு எந்த காரணத்தினாலும் மாறுபடுவதில்லை. ஆதலால் அலையாக்கியின் வெளியீட்டு அதிர்வெண் நிலையாக உள்ளது.

அனுகூலங்கள்

1. இவ்வகை அலையாக்கிகள் மிகச் சிறந்த அதிர்வெண் நிலைப்புத் தன்மை கொண்டவை.

பிரதிகூலங்கள்

1. கிறிஸ்டல் எளிதில் உடையக்கூடியது. (Fragile) எனவே குறைந்த திறனுடைய சுற்றுகளில் மட்டுமே இதைப் பயன்படுத்த முடியும்.
2. அலைகளின் அதிர்வெண்ணை மிகக் குறைந்த அளவே மாற்ற முடியும்.

கிறிஸ்டல் அலையாக்கி (Crystal Oscillator)

LC வகை RC வகை அலையாக்கிகளில் பொதுவாக சில குறைபாடுகளுண்டு. அவைகள் வெளியிடும் அலைகளில் அதிர்வெண், மிகச் சரியான நிலைப்புத் தன்மை உடையது எனக் கூற முடியாது. ஏனெனில் இவைகளில் பயன்படும் நேர்மின்னூட்டம், அலையாக்கியை இயக்குவதால் அலைகள் உண்டாகின்றன. இந்த அலையாக்கியின் அலைவுகள் பேஸ் சுற்றிலுள்ள கிறிஸ்டலினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாக மொத்த சுற்றும், அலையாக்கியின் இயல்பான துடிப்பிற்கு சமமாக அதிர்கிறது. கிறிஸ்டலின் இயல்பான துடிப்பு, வெப்பநிலை மற்றும் வேறு எந்த காரணத்தினாலும் மாறுபடுவதில்லை. ஆதலால் அலையாக்கியின் வெளியீடு அதிர்வெண் நிலையாக உள்ளது.

அனுகூலங்கள் (Advantages)

1. இவ்வகை அலையாக்கிகள் மிகச் சிறந்த அதிர்வெண் நிலைப்புத் தன்மை கொண்டவை.

பிரதிகூலங்கள்

1. கிறிஸ்டல் எளிதில் உடையக் கூடியன. (Fragile) குறைந்த திறனுடைய சுற்றுகளில் மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும்.
2. அலைகளின் அதிர்வெண்ணை மிகக் குறைந்த அளவே மாற்ற முடியும்.

அலையாக்கிகள் பயன்படுமிடங்கள் (Application of Oscillator)

அலையாக்கிகள் எண்ணற்ற இடங்களில் பயன்படுகின்றன. குறைந்த அதிர்வெண் கொண்ட ஓல்ட்டேஜ் அதிக அதிர்வெண் கொண்ட ஓல்ட்டேஜ் இரண்டும் நமக்கு தேவைப்படுகின்றன.

ஸ்டீரியோ ஆம்ப்ளிபயர்களின் செயல்பாட்டை சோதிக்க 20 HZ முதல் 20 KHZ அதிர்வெண் கொண்ட அலைகள் தேவைப்படுகின்றன. இத்தகைய வேலைக்கு பயன்படும் அலையாக்கியின் பெயர் ஆடியோ சிக்னல் ஜெனரேட்டர் (Audio Signal generator) ஆகும்.

எல்லா செய்தி தொடர்புச் சாதனங்களிலும் உயர் அதிர்வெண் அலைகளின் உற்பத்தி அவசியமாகிறது. ரேடியோ, தொலைக்காட்சி ஒலிபரப்பிகள் (transmitters) மிக உயர் அதிர்வெண் அலைகளை ஒலிபரப்புகின்றன. ரேடியோ டிரான்ஸ்மீட்டர் சுமார் 500 KHZ முதல் 30 MHZ வரையிலான அலைகளையும், தொலைக்காட்சி டிரான்ஸ்மீட்டர் 47 MHZ இருந்து 230 MHZ வரையிலான அலைகளையும் ஒளிபரப்புகின்றன. ரேடியோ, தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளிலும்கூட உயர் அதிர்வெண் அலைகளை உண்டாக்கும் அலையாக்கிகள் உள்ளன.

சிக்னல் ஜெனரேட்டர் (அலையாக்கி) என்ற கருவி எலக்ட்ரானிக் சோதனைச் சாலைகளிலும் கல்வி நிறுவனங்களிலும், ஆராய்ச்சி சாலைகளிலும் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

தொழிற்சாலைகளிலும், மிக உயர் அதிர்வெண் அலையாக்கிகள், பலவித உபயோகங்களை வெப்பப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன.

6.3. நான் - சினுசாய்டல் அலையாக்கி (Non - Sinusoidal Oscillators)

இதுவும் அலையாக்கிச் சுற்றேயாகும். இவ்வகைச் சுற்றுகள் சினுசாய்டல் அலையில்லாத பிற அலைகளை (செவ்வக மற்றும் இரம்பப்பல் அலை) உற்பத்தி செய்யும் மின்னணு சுற்றாகும். இது டிஜிட்டல் சுற்றுகளுக்கு அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது.

மல்டிவைபரேட்டர்கள் (Multi-vibrators)

மல்டிவைபரேட்டர் ஓர் ஸ்விட்சிங் சர்கியூட்டாகும். இது பாசிட்டிவ் ஃபீடுபேக்கை அடிப்படையாகக் கொண்டு இயங்கக் கூடியது. அடிப்படையில் இது இரு நிலைகளைக் கொண்ட ஓர் ஆம்ளிபயர் சுற்றாகும். (ஒன்றின் வெளியீடு அடுத்த சுற்றுக்கு உள்ளீடாக)

இது இரு நிலை இயக்கங்களை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. 1. ON 2. OFF. அதாவது ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் ஃபீடு பேக்கானது அடுத்த டிரான்சிஸ்டரை உச்ச கடத்தும் நிலைக்கு (ON State) கொண்டு சென்று, மற்றொன்றை கட் - ஆப் (OFF state) நிலைக்குத் தள்ளிவிடும்.

சுற்றின் அமைப்பின் படி ஓர் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பிறகு இச்செயல்பாடானது தலைகீழாக நடைபெறும். அதாவது ON- நிலையிலுள்ள டிரான்சிஸ்டர் OFF-நிலைக்கும், OFF-நிலையிலுள்ள டிரான்சிஸ்டர் ON-நிலைக்கும் மாறும். வெளியீடானது ஒவ்வொரு நிலையிலிருந்தும் எடுக்கலாம். அவ்வாறு வெளியீட்டை நோக்கினால், சுற்றின் அமைப்பிற்கேற்றவாறு அந்த அலைவடிவம் செவ்வகமாகவோ, சதுரமாகவோ இருக்கும்.

படமானது மல்டிவைபரேட்டரின் கட்டப்படத்தைக் காட்டுகிறது இது 100% பாசிட்டிவ் ஃபீடு பேக் கொண்ட இரு நிலை ஆம்பிளிபயர் சுற்றாகும். முதலில் வெளியீடானது டிரான்சிஸ்டர் 'Q_2'-ல் எடுக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். எந்தநேரத்திலும், ஏதாவது ஓர் டிரான்சிஸ்டர் மட்டுமே

கடத்தும் நிலையிலும், மற்றொன்று கடத்தாத நிலையிலிருக்கும். எனவே 'Q_2'வானது கடத்தும் நிலையில் இருப்பதாகக் கொண்டால், அதன் கலெக்டர் மின்னோட்டம் உச்ச அளவாக Ic (Sat) இருக்கும். இது படம் (6.9a)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்நிலையானது ஓர் குறிப்பிட்ட நேரம் வரை (படத்தில் bc) நீடிக்கும். இந்தக் காலம் சுற்று அமைக்கப்படும் விதத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். இக்குறிப்பிட்ட காலம் கடந்த உடன் 'Q_2' வானது கட்–ஆப் நிலைக்கும், 'Q_1' கடத்தும் நிலைக்கும் சென்றுவிடும். தற்போது 'Q2' வின் கலெக்டர் மின்னோட்டம் பூஞ்ஞியமாகிவிடும். இது படத்தில் d - e கால அளவு நீடிக்கும். இந்நிலையில் 'Q_1'ஆனது உச்ச அளவு கடத்தும் நிலையிலிருக்கும். மீண்டும் 'Q_2' ஆனது ஆன் நிலைக்கு வர, Q_1 கட் ஆப் நிலைக்கு சென்றுவிடும். தற்போது வெளியீட்டை நோக்கினால் சதுர வடிவ அலைகளில் இருக்கும்.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. கீழ்க்கண்ட அலையாக்கிகளில் நிலையான வெளியீட்டை வழங்குவது ________

   அ. RC ஃபேஸ்ஷிப்ட் அலையாக்கி ஆ. ஹார்ட்லி அலையாக்கி

   இ. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கி ஈ. கிறிஸ்டல் அலையாக்கி

2. நிலையான வெளியீட்டை வழங்க, ஒரு இசைவுசுற்று பெற்றிருக்க வேண்டியது ________

   அ. உயர்ந்த Q ஆ. குறைந்த R இ. குறைந்த L ஈ. குறைந்த C

3. RC ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் அதிர்வெண்ணை நிர்ணயிக்கும் சூத்திரம் ______

   அ. $\frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$ ஆ. $\frac{1}{2\pi R\sqrt{C}}$ இ. $\frac{2\pi}{\sqrt{RC}}$ ஈ. $2\pi\sqrt{RC}$

4. ஒரு ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியில் பல எண்ணிக்கையிலான ______ சுற்றுகள் உள்ளன.

   அ. RC ஆ. RL இ. LC ஈ. RLC

5. ஹார்ட்லி அலையாக்கியின் அதிர்வெண்ணை நிர்ணயிக்கும் சூத்திரம்

   அ. $\frac{1}{2\pi LC}$ ஆ. $\frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$ இ. $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ஈ. $\frac{1}{2\pi LC}$

6. ஒரு அலையாக்கியின் வெளியீட்டை நிலைப்படுத்த ________ பயன்படுகிறது.

   அ. தன்னியக்க பயாசிங் சுற்று ஆ. இசைவுச்சுற்று

   இ. லாபகட்டுப்படுத்தி சுற்று ஈ. எதுவுமில்லை

7. தொட்டி சுற்றின் முக்கிய பகுதிகள்

   அ. R மற்றும் C ஆ. L மற்றும் C

   இ. R மற்றும் L ஈ. R மற்றும் NPN டிரான்சிஸ்டர்

8. கிறிஸ்டல் அலையாக்கியின் வெளியீடு நிலையாக இருப்பதன் காரணம் ________

அ. கிறிஸ்டலின் கடின தன்மை ஆ. கிறிஸ்டலின் அளவு

இ. கிறிஸ்டலின் அமைப்பு ஈ. கிறிஸ்டலின் உயர்ந்த Qகாரணி

9. ஒரு அலையாக்கி என்பது

அ. DCயை ACயாக மாற்றுகின்றது ஆ. DCயை DCயாக மாற்றுகின்றது

இ. ACயை DCயாக மாற்றுகின்றது ஈ. ACயை ACயாக மாற்றுகின்றது

10. அலையாக்கிகள் பரவலாக பயன்படுத்தப்படும் இடம்

அ. வானொலி ஒளிபரப்பு ஆ. தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்பு

இ. செயற்கைகோள் ஒளிபரப்பு ஈ. மேற்கண்ட அனைத்தும்

II. *ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி*

1. அலையாக்கி என்றால் என்ன?
2. அலையாக்கியின் முக்கிய பகுதிகள் யாவை?
3. ஹார்ட்லி அலையாக்கியின் அதிர்வெண் சூத்திரத்தினைக் கூறு.
4. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கியின் அதிர்வெண் சூத்திரத்தைக் கூறு.
5. ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் அதிர்வெண் சூத்திரத்தைக் கூறு.
6. பீசோ எலக்ட்ரிக் தன்மையை பெற்றுள்ள தனிமங்கள் யாவை?
7. கிறிஸ்டல் அலையாக்கியின் அனுகூலத்தைக் கூறு.
8. கிறிஸ்டல் அலையாக்கியின் குறைகளைக் கூறு.
9. ஆடியோ சிக்னல் ஜெனரேட்டர் என்றால் என்ன?
10. செவ்வக மற்றும் இரம்பப்பல் அலையை உருவாக்கும் அலையாக்கி எது?

III. *ஒரு சில வரிகளில் விடையளி*

1. தணியும் அலைகள் என்றால் என்ன?
2. தணியாத அலைகள் என்றால் என்ன?
3. டிரான்சிஸ்டர் அலையாக்கியின் வகைகள் யாவை?
4. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கியின் நன்மைகள் யாவை?
5. ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் நன்மை, தீமைகளை கூறு.
6. பீசோ எலக்ட்ரிக் விளைவு என்பது என்ன?
7. மல்டிவைபரேட்டர் என்றால் என்ன?

IV. கீழ்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. ஒரு அலையாக்கியின் முக்கிய அம்சங்களை விளக்கு.
2. பர்க்காசன் கூற்றினை (Barkhausen Criterion) விளக்கு.
3. அலையாக்கிகள் பயன்படும் இடங்களை விளக்கு.
4. மல்டிவைபரேட்டரைப் பற்றி சுருக்கமாக விளக்கு.

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. ஹார்ட்லி அலையாக்கியின் மின்சுற்றுபடம் வரைந்து செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
2. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கியின் மின்சுற்றுபடம் வரைந்து செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
3. RC ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் மின்சுற்று வரைந்து செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
4. கிறிஸ்டல் அலையாக்கியின் மின்சுற்று வரைந்து செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
5. மல்டிவைபரேட்டரின் மின்சுற்று வரைந்து செயல்படும் முறையை விவரி.

விடைகள்

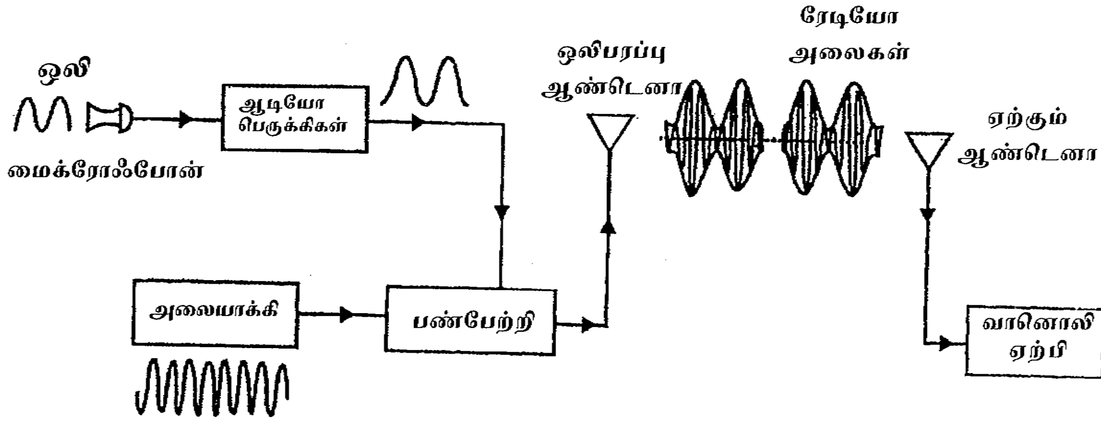
1 (ஈ)	2(அ)	3(அ)	4(அ)	5(இ)
6(ஆ)	7(ஆ)	8(ஈ)	9(அ)	10(ஈ)

7. பண்பேற்றமும், பண்பிறக்கமும் (Modulation and De-Modulation)

நம் வீட்டு வானொலி ஏற்பிகளுக்கு தேவையான சிக்னல்களை எங்கிருந்து நாம் பெறுகிறோம்? வானொலி ஒலிபரப்பு நிலையங்களிலிருந்து ரேடியோ அலைகள் வழியாக சிக்னல்களைப் பெறுகிறோம். வானொலி நிலையம் சிக்னல்களை, ஒலிப்பரப்பியின் ஆண்டனா மூலம் விண்வெளியில் பரப்புகிறது. நாம் அமைத்திருக்கும் ஏற்பியின் ஆண்டனா, அவற்றைக் குறுக்கிட்டு, ஏற்று, நமது ஏற்பிக்கு தருகிறது.

இந்த சிக்னல்கள் எவ்வாறு ஒலிபரப்பப்படுகின்றன என்பதை பற்றி பார்ப்போம்.

7.1. பண்பேற்றம் (Modulation)



படம் 7.1

ரேடியோ அலை ஒரு செய்தியை எடுத்துச் செல்ல வேண்டுமெனில், அதன் எதாயினும் ஓர் தன்மை (வீச்சு, அதிர்வெண், ஃபேஸ்) செய்தியை ஒட்டி மாற்றப்பட வேண்டும். ஏதாவது ஒருவகை செய்தி (intelligence) சங்கீதம், பேச்சு போன்றவை அதன் மீது (Radio Frequancy) சுமத்தப்பட வேண்டும். இந்த நிகழ்ச்சி பண்பேற்றம் எனப்படும். இந்நிகழ்ச்சிக்கு எதிர் நிகழ்ச்சி பண்பிறக்கம் (de-modulation (or detection) எனப்படும். ஒளிபரப்பினால் அனுப்பப்பட்ட குறைந்த துடிப்புள்ள அலை (குரல் ஓசை, பட அலை முதலியன) பண்பிறக்கச் சுற்றின் வெளியீடாகக் கிடைக்கிறது. இந்த அலை 'கலைக்கும் அலை' (Modulating signal) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த கலைக்கும் அலையை சுமந்து செல்லும் உயர் அதிர்வெண் அலையை 'ஊர்தி அலை' (Carrier wave) என்கிறோம். பண்பேற்றியில், கலைக்கும் அலை, ஊர்தி அலையில் வீச்சு, ஃபேஸ், அதிர்வெண் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்றை மாற்றி அமைக்கிறது. இதன் காரணமாக, ஊர்தியின் அலையின் மாற்றங்களுக்கும் செய்திகளுக்கும் ஓர் நேரடித்தொடர்பு உண்டாக்கப் படுகிறது. பல்ஸ் பண்பேற்ற முறையில், கலக்கும் அலையின் தன்மையை ஒட்டி, பஸ்சின் அகலம், வடிவம் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்று மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது.

பண்பேற்றத்தின் தேவைகள்

செய்தித் தொடர்பு துறையில் பண்பேற்றம் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. ஏனெனில்

1. செவியுணர், அலைகள் (20-20KH_z துடிப்பு) அப்படியே விண்வெளியில் பரப்பப்பட்டால், ஒலிபரப்பும் ஆண்டனாவின் நீளம் மிக மிக அதிகமாக இருக்கும்.

$$\text{அலை நீளம்} = \frac{\text{திசை வேகம்}}{\text{அதிர்வெண்}}$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{\text{அதிர்வெண் (HZ)}} \text{ மீட்டர் / வினாடி}$$

அலையை நேரடியாக விண்வெளியில் பரப்ப $3 \times 10^8 / 20 \times 10^3 = 15000$ மீ. நீளமுள்ள ஆண்டனா தேவைப்படுகிறது. இது நடைமுறையில் இயலாத ஒன்று. இதன் காரணமாக செவியுணர் அலைகளை நேரடியாக விண்வெளியில் பரப்ப இயலாது. அதே சமயம் ஊர்தி அலை பயன்படுத்தப்பட்டால், ஆண்டனாவின் நீளம் குறைக்கப்படலாம்.

2. செவியுணர் அலைகளின் வலிமை மிகவும் குறைவாக இருக்குமாதலால், அதை விண்வெளியில் அதிக தூரம் பரப்ப முடியாது. அதன் காரணமாகவே, செவியுணர் அலைகள் உயர் அதிர்வெண் ஊர்தி அலைகளுடன் பண்பேற்றப்பட்டு ஒலிபரப்பப்படுகின்றன.

3. இம்முறை ஒலிபரப்பில் கம்பிகள் இருப்பதில்லை. இது ஒரு கம்பியில்லா தொடர்பு முறை. செவியுணர் அதிர்வெண் ஒலிபரப்பு முறையில் வினைத்திறன் (efficiency) மிகவும் குறைவு. உயர் அதிர்வெண் ஒலிபரப்பு முறையின் வினைத்திறன் மிகவும் அதிகம். ஆதலின் பண்பேற்றம் தவிர்க்க முடியாதது ஆகும்.

பண்பேற்ற வகைகள் (Types of Modulation)

பண்பேற்றும் நிகழ்ச்சியில், ஊர்தி அலையின் வீச்சு, அலைவுவேகம் (Frequency) அல்லது ஃபேஸ் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்று மாற்றப்படுகிறது. ஊர்தி அலையில் உண்டாகும் மாற்றத்தின் அடிப்படையில் மூன்று வகை பண்பேற்றங்கள் உள்ளன. அவையாவன

1 வீச்சு பண்பேற்றம் (Amplitude Modulation)

2. அலை பண்பேற்றம் (Frequency Modulation)

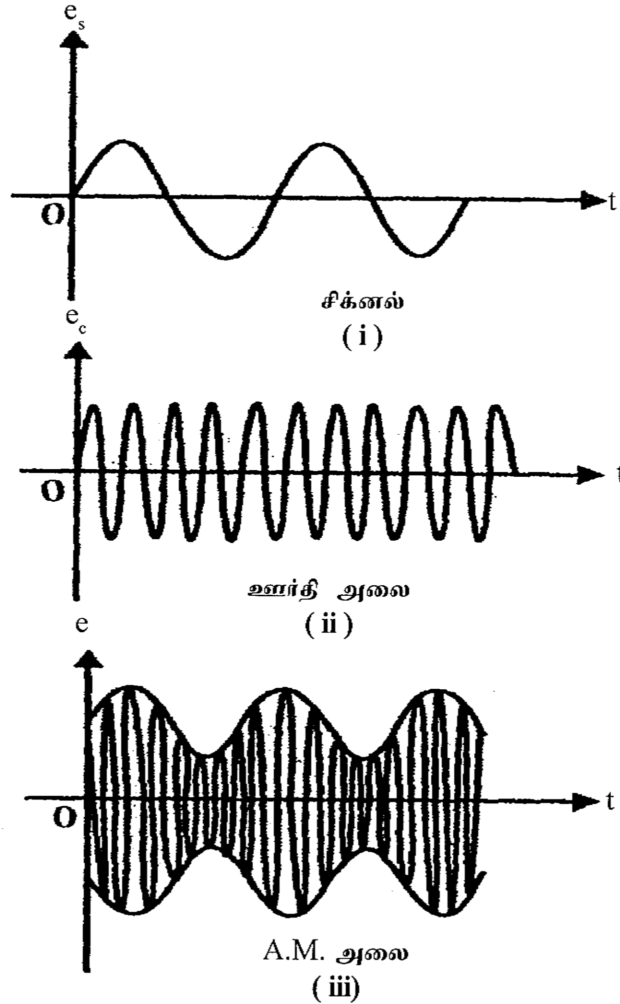
3. ஃபேஸ் பண்பேற்றம் (Phase Modulation)

வீச்சு பண்பேற்ற முறை ரேடியோ ஒலிபரப்பு முறையில் கையாளப்படுகிறது. தொலைக்காட்சி ஒலிபரப்பில், பட அலைகள் வீச்சு பண்பேற்ற முறையிலும் ஒலி அலைகள், அலைப் பண்பேற்ற முறையிலும் ஒலிபரப்பப்படுகின்றன. ஆதலின் முதல் இரண்டு வகைகளைப் பற்றி விளக்கமாகக் காண்போம்.

வீச்சு பண்பேற்றம் (Amplitude Modulation)

வீச்சு பண்பேற்றம் முறையில் ஊர்தி அலையின் வீச்சு, கலக்கும் அலையின் வலிமைக்கேற்ப மாற்றப்படுகிறது.

வீச்சு பண்பேற்ற முறையில் ஊர்தி அலையின் வீச்சு அதாவது வலிமை மட்டும் கலக்கப்படும் அலையின் வீச்சைப் பொருத்து மாற்றமடையும். ஆயினும் அதன் அதிர்வெண் எவ்வித மாற்றமும் அடைவதில்லை. படங்கள் வீச்சு பண்பேற்ற கொள்கையினை விளக்குகிறது. படம் 7.2aல் கலக்கப்பட வேண்டிய செவியுணர் அதிர்வெண் கொண்ட மின் சிக்னலின் வரைபடத்தைக் காட்டுகிறது. படம் 7.2b ஊர்தி அலையின் வரைபடத்தைக் காட்டுகிறது. இந்நிலையில் சிக்னலின் வீச்சிற்கு ஏற்றவாறு ஊர்தி அலையின் வீச்சும் மாற்றப்படுகிறது.



படம் 7.2

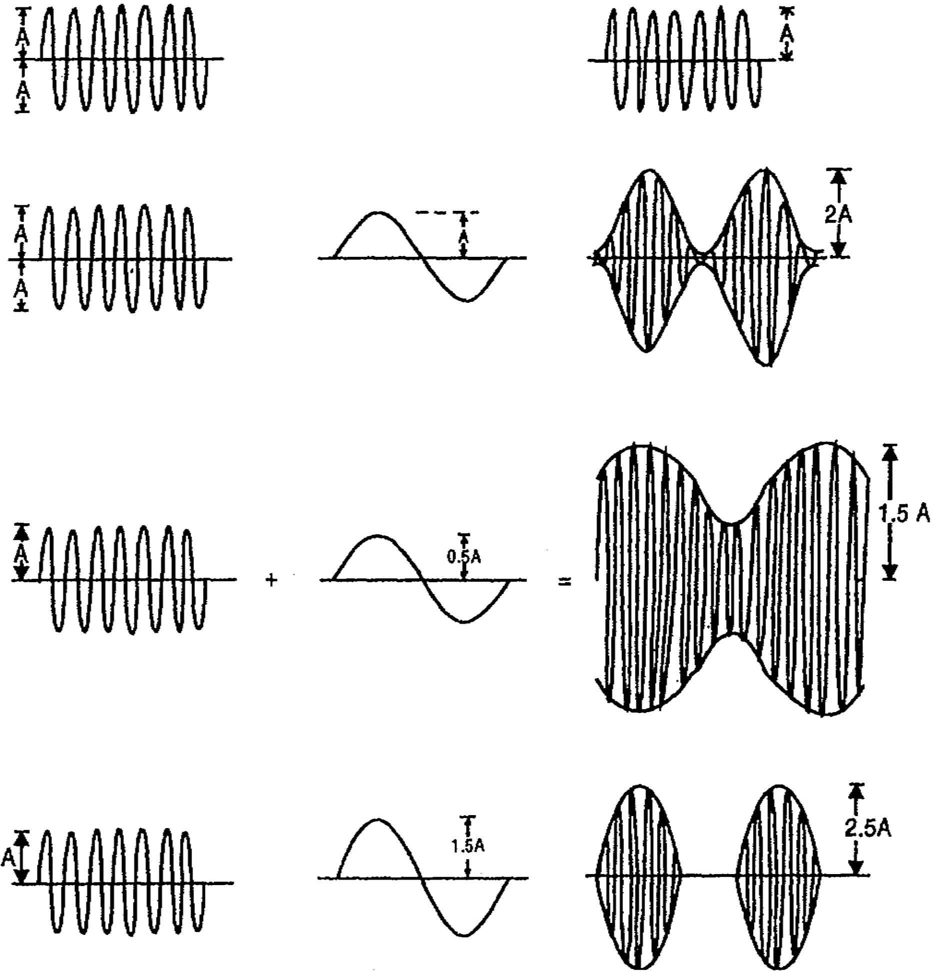
அலையின் வரைபடங்களைக் (graphical wave shape) கவனிக்கும் போது. ஊர்தி அலையின் நேர்பாதி அலை (Positive half cycle) எதிர்பாதி அலை (Negative half cycle) ஆகிய இரண்டும் ஒரே முறையில் பண்பேற்றப்பட்டு, வடிவமாற்றம் பெற்று உள்ளது தெரியவரும். கலக்கும் சிக்னலில் வீச்சு நேர்திசையில் உயரும்போது ஊர்தியின் வீச்சும் உயர்கிறது. எதிர் திசையில் உயரும்போது ஊர்தியின் வீச்சும் குறைகிறது. பண்பேற்றச் செயல் மாடுலேட்டர் (Modulator) என்ற எலக்ட்ரானிக் சுற்றில் நடைபெறுகிறது.

பண்பேற்ற விகிதம் (Modulation Factor)

பண்பேற்ற விகிதம் என்பது, பண்பேற்றப்பட்ட பின்னர் ஊர்தியின் வீச்சில் ஏற்பட்ட மாற்றத்திற்கும், சாதாரண ஊர்தி அலையின் வீச்சிற்கும் உள்ள விகிதமாகும். அதாவது

$$\text{பண்பேற்ற விகிதம்} = \frac{\text{ஊர்தி அலையின் வீச்சின் மாற்றம்}}{\text{ஊர்தி அலையின் வீச்சு}}$$

பண்பேற்ற விகிதம் மிகவும் முக்கியமானதாகும். ஏனெனில் ஒலிபரப்பப்பட்ட ஊர்தி அலையின் பண்பை இவ்விகிதமே நிர்ணயிக்கிறது.



படம் 7.3

வீச்சு பண்பேற்ற முறையின் பிரதிகூலங்கள் (disadvantages)

வீச்சு பண்பேற்ற முறை மிகுந்த பயனுடையதாயினும் அதில் கீழ்க்கண்ட குறைபாடுகள் உள்ளன.

1. குறைந்த வினைத்திறன் (Low Efficiency)

AM முறையில் பயன்படுதிறன் (output power) அதன் சைடு பேண்டுகளில் (side band) இருக்கும். சைடு பேண்டுகளில் உள்ள திறன் மிகக் குறைவே. 100% பண்பேற்ற முறையில் பயன்படு திறன் சுமார் மூன்றில் ஒரு பங்கே. ஆதலில் இம்முறையில் வினைத்திறன் மிகவும் குறைவே ஆகும்.

2. இரைச்சலுடன் கூடிய செயல்பாடு

மனிதனால் உண்டாக்கப்பட்ட இரைச்சல்களும், இயற்கையான இரைச்சல்களும் இம்முறையில் அதிகம் பாதிக்கிறது. ரேடியோ ஏற்பியின் தேவையான ஒலியையும், இரைச்சல் ஒலியையும் பிரித்தறிய முடியாத நிலையும் உண்டாகும்.

3. குறைந்த ஒலிபரப்பு எல்லை

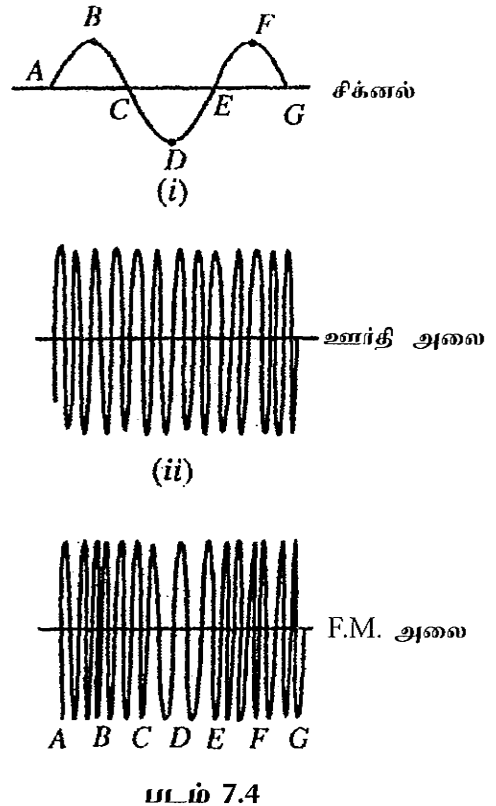
இம்முறையில் வினைத்திறன் குறைவாக இருப்பதால் அதிக தூரத்திற்கு ஒலிபரப்ப இயலாது.

4. ஆடியோ அலையில் குறைந்த தரம் (Lack of audio quality)

ஒரே பேண்டில் அதிக நிலையங்களை அமைக்க வேண்டியுள்ளதால், CRIR தரக்கட்டுப்பாட்டின்படி ஒரு நிலையத்திற்குரிய பட்டை அகலம் 10 KHZ மட்டுமே. ஆதலின் 5 KHZ துடிப்புள்ள ஆடியோ அலை வரை மட்டுமே ஒலிபரப்ப முடிவதால் ஆடியோ அலை தரம் குறைந்ததாக உள்ளது. ஹைபிடிலிட்டி சாத்யமில்லை.

அலைப் பண்பேற்றம் (Frequency Modulation)

அலைப் பண்பேற்ற முறையில் கலக்கப்படும் ஆடியோ அலையின் வலிமை, ஊர்தியில் அதிர்வெண்ணை மாற்றுகிறது. அலை பண்பேற்ற முறையில், கலக்கப்படும் சிக்னலில் வலிமை ஊர்தியின் அதிர்வெண்ணை மட்டுமே மாற்றுகிறது. அதன் வீச்சை மாற்றுவதில்லை. கலக்கப்படும் சிக்னலில் வீச்சு, A, B, C, D, E, F ஆகிய புள்ளிகளில் பூஜ்யமாக இருக்கும்போது ஊர்தியின் அதிர்வெண் மாற்றமடை வதில்லை. கலக்கப்படும் ஆடியோ அலை நேர் திசையில் உச்ச நிலையை அடையும்போது அதாவது B, F புள்ளிகளில் ஊர்தியின் அதிர்வெண் அதிகமாக உள்ளது. எதிர்திசையில் உச்சநிலை அடையும்போது புள்ளி D யின் போது ஊர்தியின் அதிர்வெண் மிகக் குறைவாகவும் அமைகிறது. இவை படம் 7.4ல் காட்டப்பட்டு உள்ளன.



படம் 7.4

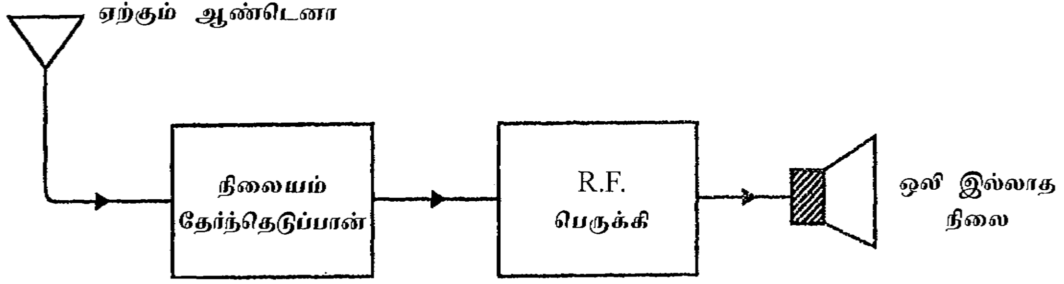
அலைப் பண்பேற்றத்தின் சிறப்புகள்

1. இம்முறையில் இரைச்சலற்ற வெளியீடு கிடைக்கிறது.
2. ஒலிபரப்பு எல்லை அதிகமாக உள்ளது.
3. டிரான்ஸ்மீட்டரின் வினைத்திறன் அதிகம்.
4. ஹை-பிடிலிட்டி ஒலிபரப்பு சாத்யமாகும்.

7.2. பண்பிறக்கம் (de-Modulation or detection)

பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தி அலையிலிருந்து ஆடியோ அலைகளைப் பிரிக்கும் நிகழ்ச்சி பண்பிறக்கம் ஆகும்.

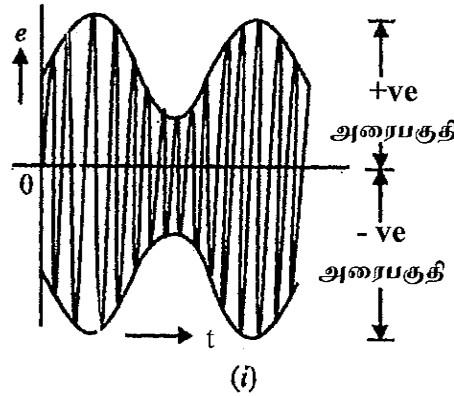
ஆடியோ அலைகளை அதிக தொலைவு அனுப்ப பண்பேற்றம் செய்யப்படுகிறது. ஏற்பியினால் இந்த அலை ஏற்கப்பட்ட பின்னர், ஆடியோ அலைகளை பிரித்தெடுத்து பண்பிறக்கம் செய்யப்படுகிறது.



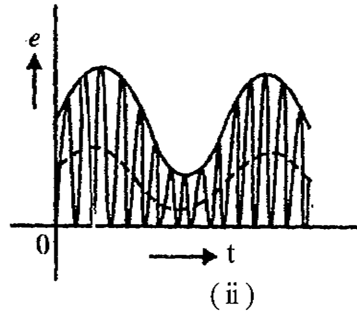
படம் 7.5

பண்பிறக்கத்தின் தேவை

ரேடியோ ஏற்பியினால் ஏற்கப்பட்ட பண்பேற்றப்பட்ட அலைகளை தேவையான அளவு பெருக்கி, ஒலி பெருக்கியில் செலுத்தினால், ஒலி வெளியீடு எதுவும் இருக்காது. ஏனெனில்



(i)



(ii)

படம் 7.6

ஊர்தி அலையின் அதிக அதிர்வெண்ணில் ஒலிபெருக்கியின் டயாபிரம் அதிராது. ஆகையினால் ஒலி வெளியீடு இராது. இதன் காரணமாக ஆடியோ அலைகள் தகுந்த நிலையில் பிரிக்கப்பட்டு மீண்டும் தேவையான அளவு பெருக்கப்பட்டு ஒலி பெருக்கியினுள் செலுத்தப்பட வேண்டும்.

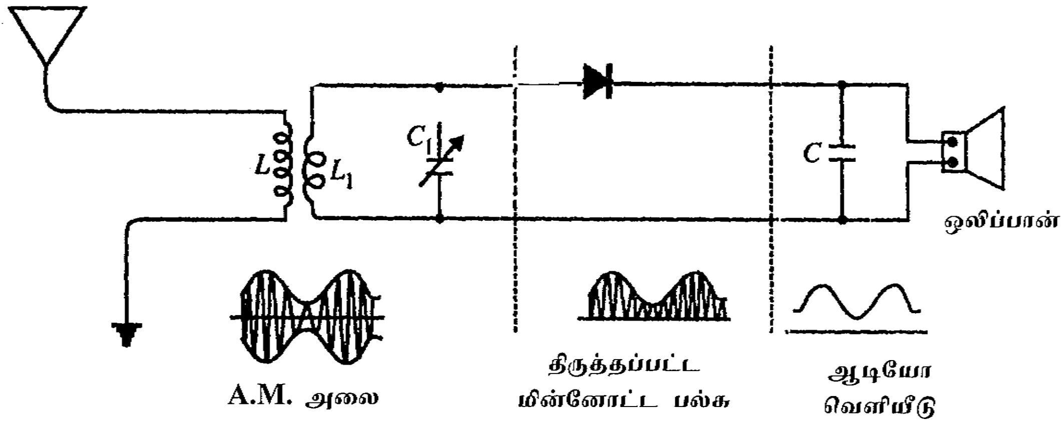
பண்பிறக்கச் சுற்றின் வேலை

பண்பேற்றப்பட்ட அலையை கேட்கக் கூடிய ஒலி அலைகளாக மாற்றி, ஊர்தி அலையையும், ஆடியோ அலையையும் தனித்தனியாகப் பிரிக்க வேண்டும். இவ்வாறு பிரிக்கும் வேலையைச் செய்யும் சுற்று பண்பிறக்கச் சுற்று ஆகும்.

1. பண்பிறக்கச் சுற்று ஊர்தி அலையை திருத்தம் (rectify) செய்ய வேண்டும். (அதாவது) அலையின் நெகடிவ் பகுதி நீக்கப்படுகிறது.

பண்பேற்றப்பட்ட அலைகளின் பாசிடிவ் பகுதியும், நெகடிவ் பகுதியும் சமமாக உள்ளன. ஆதலால் சராசரி மின்சாரம் பூஜ்யமாகிறது. ஆதலால் ஒலிபெருக்கி இயங்காது. நெகடிவ் பகுதி நீக்கப்பட்டதால் சராசரி மின்சாரம் பூஜ்யமாவதில்லை. சராசரி மதிப்பு இடைவிட்ட கோட்பாட்டில் காட்டப்படுகிறது. திருத்தப்பட்ட பண்பேற்றப்பட்ட அலையில் ஆடியோ அலையும் ஊர்தி அலையும் உள்ளன. ஒரு பில்டர் சுற்றினால் பிரிக்கப்பட்டு, அடுத்துள்ள ஆடியோ பெருக்கி நிலைகள் வழியே ஒலிபெருக்கியை அடைகிறது.

வீச்சு பண்பேற்ற டிடெக்டர் - டையோடு வகை



படம் 7.7

ஒரு எளிய டிடெக்டரின் இணைப்பு படம் 7.7ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. தேவையான நிலையத்தில் பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தி அலை LaCa லினால் ஆன தேர்வு சுற்றினால் தேர்வு செய்யப்பட்டு டயோடுக்கு கொடுக்கப்படுகிறது. டயோடு, அலையின் பாசிடிவ் பகுதியை அனுமதிக்கிறது. நெகடிவ் பகுதியை ரத்து செய்கிறது. இதன் காரணமாக இதன் வெளியீடு பாசிடிவ் அரை அலைகளாக மட்டும் கிடைக்கிறது. இவ்வலைகள் C_2வினால் பில்டர் செய்யப்பட்டு ஆர்.எப். பகுதி தரைக்கு அனுப்பப்படுகிறது. மீதியுள்ள ஆடியோ அலை அடுத்த நிலைக்கு அனுப்பப்படுகிறது.

***ஹெட்ரோடைனிங் நிகழ்ச்சியும், பீட்டிங் நிகழ்ச்சியும்* (Hetrodyning and beating)**

இரண்டு அலை கலக்கப்படும் போது வேறு துடிப்புள்ள இரண்டு அலைகள் கிடைக்கும். உதாரணமாக F_1, F_2 அலைகளை கலக்கும் போது F_1+F_2 ஒரு அலையும் $F_1 - F_2$ துடிப்புள்ள அலை ஒன்றும் கிடைக்கும். $F_a - F_2$ என்பது பீட்பிரிக்வன்சி (Beat Frequency) எனப்படும். $F_1 + F_2$ அலையை விட இது முக்கியமானது ஆகும். இந்த தத்துவமே சூப்பர் ஹெட்ரொடைன் தத்துவமாகும்.

ஏற்பியினால் ஏற்கப்பட்ட ஊர்தி அலை என்ன அதிர்வெண் உடையதாக இருப்பினும், அதை விட குறிப்பிட்ட அதிக துடிப்புள்ள அலையை ஏற்பியின் உள் அலையாக்கியின் மூலம் உற்பத்தி செய்து, இரண்டு அலைகளையும் மிக்சர் நிலையில் கலக்குகிறோம். இதன் விளைவாக, ஒரு குறைந்த மாறாத துடிப்புள்ள பண்பேற்றப்பட்ட அலை ஒன்றும் கிடைக்கிறது. இந்த அலை ஐ.எப். அலை (Intermediate Frequency) எனப்படும்.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. கீழ்க்கண்ட அதிர்வெண்களில் AM வானொலி ஒலிபரப்பிற்கு ஒத்துப்போக கூடியது எது?

   அ. 1000 KH_2 ஆ. 100 MH_2 இ. 500 MH_2 ஈ. 10 GH_2

2. கீழ்கண்ட அதிர்வெண்களில் FM வானொலி ஒலிபரப்பிற்கு ஒத்துப்போக கூடியது எது?

   அ. $90H_2$ ஆ. $90KH_2$ இ. 900 KH_2 ஈ. 90 MH_2

3. FM ஒலிபரப்பு _________ பட்டையில் உள்ளது.

   அ. LF ஆ. HF இ. VHF ஈ. SHF

4. எந்த முறை ஒலிபரப்பு இரைச்சலற்றது _________

   அ. FM ஆ. AM இ. FM & AM ஈ. எதுவுமில்லை

5. கீழ்க்கண்ட அதிர்வெண் பட்டைகளில், AM வானொலி ஒலிபரப்பிற்கு ஏற்றது

   அ. MF ஆ. HF இ. VHF ஈ. UHF

6. FM ஒலிபரப்பின் சிறப்பம்சம் __________

   அ. இரைச்சலற்ற வெளியீடு ஆ. டிரான்ஸ்மீட்டரின் வினைதிறன் அதிகம்

   இ. ஹை பிடிலிட்டி ஈ. மேற்கண்ட அனைத்தும்

7. ஒலி அலையின் திசைவேகம்

   அ. 3×10^3 மீ/வினாடி ஆ. 3×10^6 மீ/வினாடி

   இ. 3×10^8 மீ/வினாடி ஈ. 3×10^{12} மீ/வினாடி

8. பண்பேற்றம் நடைபெறுவது __________

   அ. ஒலிபரப்பியில் ஆ. வானொலி வாங்கியில்

   இ. ஒலிபரப்பி மற்றும் வாங்கிக்கு இடையே ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

9. ஒரு வீச்ச பண்பேற்றத்தில் ஊர்தி அலையின் __________ ஆனது கலக்கப்படுகிறது

   அ. வீச்சு ஆ. அதிர்வெண் இ. ஃபேஸ் ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

10. பண்பிறக்கம் செய்யப்படுவது __________ பகுதியில்

    அ. ஏற்கும் ஆண்டென்னா ஆ. ஒலிபரப்பி

    இ. வானொலி வாங்கி ஈ. ஒலிபரப்பும் ஆண்டென்னா

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. பண்பேற்றத்தின் வகைகளை கூறு.
2. ஊர்தி அலை என்றால் என்ன?

3. ஒலியலையை நேரடியாக ஒலிபரப்பினால் தேவைப்படும் ஆண்டென்னாவின் நீளம் என்ன?

4. விரிவாக்கு : AM, FM, PM

5. பண்பலை ஏற்பியின் ஏதேனும் ஒரு சிறப்பினைக் கூறு.

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. பண்பேற்றம் என்றால் என்ன?
2. பண்பேற்ற விகிதம் என்றால் என்ன?
3. வீச்சு பண்பேற்றம் என்றால் என்ன?
4. வீச்சு பண்பேற்ற முறையின் குறைபாடுகள் யாவை?
5. அலைபண்பேற்றம் என்றால் என்ன?
6. அலைபண்பேற்றத்தின் சிறப்புகள் யாவை?
7. பண்பிறக்கம் என்றால் என்ன?
8. பீட் அதிர்வெண் என்றால் என்ன?

பகுதி இ

IV. கீழ்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. பண்பேற்றத்தின் தேவைகளை சுருக்கமாக விளக்கு.
2. பண்பிறக்கத்தைப் பற்றி சுருக்கமாக விளக்கு.
3. வீச்சு பண்பேற்ற டிடெக்டரின் மின்சுற்று வரைந்து விளக்கு.
4. ஹெட்ரோடைனிங் மற்றும் பீட்டிங் நிகழ்ச்சிகளை விளக்கு.
5. AM மற்றும் FM பண்பேற்ற முறைகளை ஒப்பிடு.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. வீச்சு பண்பேற்ற (AM) முறையில் அலைஅமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
2. அலைபண்பேற்ற (FM) முறையின் அலை அமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்படும் விதத்தினை விவரி.

விடைகள்

1(அ)	2(ஈ)	3(இ)	4(அ)	5(அ)
6(ஈ)	7(இ)	8(அ)	9(அ)	10(இ)

8. டிஜிட்டல் மின்னணுவியல் (Digital Electronics)

அறிமுகம்

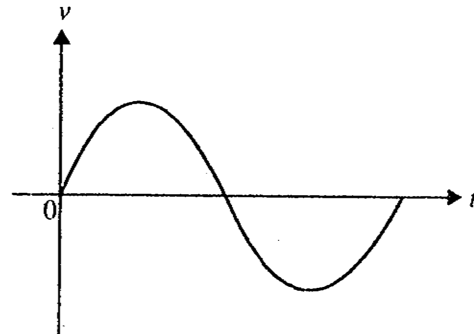
தொடர்ச்சியாக மாறிக்கொண்டேயிருக்கும் சிக்னல் (மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்தம்) அனலாக் சிக்னல் எனப்படும். உதாரணமாக சினுசாய்டல் மின்னழுத்தம் அனலாக் சிக்னல் எனப்படும். முன்னால் பாடப்பகுதிகளில் டயோடு மற்றும் டிரான்சிஸ்டர்களுக்கு தொடர்ச்சியாக மாறும் சிக்னல்களை (அனலாக் சிக்னல்) கொடுப்பதன் மூலம் அதன் செயல்பாட்டை அறிந்தோம். பொதுவாக அனலாக் சுற்றுகளில் வெளியீடு மின்னழுத்தமானது உள்ளீட்டு மின்னழுத்தத்தின் மாற்றத்திற்கு ஏற்ப மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். இன்னும் சொல்லப்போனால் வெளியீடு மின்னழுத்தமானது பல அளவுகளில் இருக்கும். ஒரு சிக்னல் (மின்னோட்டம் (அ) மின்னழுத்தம்) அதிகபட்சமாக இரு நிலைகள் அல்லது இரு மதிப்புகளை மட்டுமே கொண்டிருந்தால் அது டிஜிட்டல் சிக்னல் எனப்படும். உதாரணமாக சதுர அலைகள் டிஜிட்டல் சிக்னல் ஆகும். ஏனென்றால் அதில் இரண்டு நிலைகள் மட்டுமே உள்ளன. 1. செயல்பாட்டு நிலை (On State) 2. செயல்படாத நிலை (Off State) இந்த நிலை குறைகடத்தி சாதனங்களில் மட்டுமே சாத்தியமாகிறது. (எ.கா. டயோடுகள், டிரான்சிஸ்டர்கள் முதலியன) இவைகளே இருநிலையில் செயல்படக்கூடிய வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒன்று பூரித கடத்தும் நிலை (Saturation) மற்றொன்று கடத்தா நிலை (Cut off). எனவே வெளியீடு மின்னழுத்தம் இரு நிலைகளை (உயர்நிலை, தாழ்நிலை) மட்டுமே கொண்டதாக இருக்கும். பொதுவாக இந்த இருநிலை செயல்பாடுகளை மட்டுமே கொண்ட மின்னணு சுற்றுகள் தான் டிஜிட்டல் சுற்றுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

மின்னணுவியல் துறையில் டிஜிட்டல் சுற்றுகளின் செயல்பாடுகளை அறிந்து கொள்ளும் பாடப்பிரிவே டிஜிட்டல் மின்னணுவியல் எனப்படுகிறது. டிஜிட்டல் என்ற வார்த்தையைக் கேட்டவுடன் நம் நினைவிற்கு வருவது டிஜிட்டல் கால்குலேட்டர் மற்றும் டிஜிட்டல் கம்பியூட்டர்கள்தான். இவை இரண்டும் டிஜிட்டல் மின்னணுவியலுக்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள். இவை மட்டுமல்லாது, இன்றைய காலத்தில் இந்த டிஜிட்டல் சுற்றுகள் கொண்டு உருவாக்கப்படாத சாதனங்களே இல்லை என்று கூறலாம். குழந்தைகள் விளையாடும் பொம்மைகள் முதல் வானொலி, தொலைக்காட்சி, செயற்கைக்கோள் என அனைத்து சாதனங்களிலும் இந்த டிஜிட்டல் மின்னணுவியலின் செயல்பாடுகள் நிறைந்துள்ளது.

எனவே இப்பாடப்பகுதியில் இந்த டிஜிட்டல் மின்னணுவியலில் அடிப்படை அம்சங்களை பற்றி அறிந்து கொள்ளுவோம்.

8.1. அனலாக் மற்றும் டிஜிட்டல் சிக்னல்

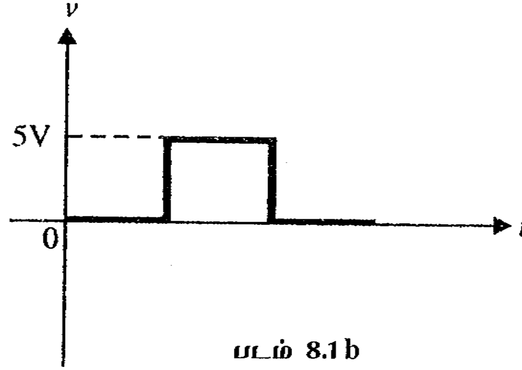
i) அனலாக் சிக்னல்



படம் 8.1a

தொடர்ச்சியாக மாறிக் கொண்டேயிருக்கும் சிக்னல் (மின்னழுத்தம் அல்லது மின்னோட்டம்) அனலாக் சிக்னல் எனப்படும். படம் 8.1a உதாரணமாக அனலாக் சிக்னலில் உள்ள மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பு மாறிக்கொண்டேயிருத்தல். இந்த அனலாக் சிக்னல் ஓர் டிரான்சிஸ்டர் விரிவாக்கிக்கு உள்ளீடாக தரப்பட்டால், வெளியிடும் மாறிக் கொண்டே இருக்கும். இதுதான் அனலாக் செயல்பாடு எனப்படுகிறது. அதாவது வெளியீடு மின்னழுத்தம் பல அளவுகளை கொண்டதாக இருக்கும். இப்படி பல வெளியீட்டு அளவுகளைக் கொண்டிருப்பதால் அனலாக் முறையில் மதிப்புகளை துல்லியமாக கணக்கிட இயலவில்லை.

ii) டிஜிட்டல் சிக்னல்



படம் 8.1 b

ஒரு சிக்னல் இரண்டு நிலைகளை மட்டுமே கொண்டிருப்பதால் அது டிஜிட்டல் சிக்னல் எனப்படும். சதுர அலை அதற்கு ஓர் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். ஏனென்றால் இந்த சிக்னல் இரு மதிப்புகளை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. + 5v and 0V வேறு எந்த அளவிடும் இதில் இல்லை. இந்த இரு மதிப்புகளும் உயர்நிலை (High State) தாழ்நிலை (Off state) எனப்படுகிறது. உயர்நிலை என்பது +5V நிலையையும் தாழ்நிலை 0V நிலையையும் குறிக்கிறது. முறையான டிஜிட்டல் மின்னழுத்தமானது ஓர் டிரான்சிஸ்டரின் உள்ளீட்டிற்கு தரப்பட்டால், அந்த டிரான்ஸ்சிஸ்டரானது பூரித நிலைக்கு (Saturation) கடத்தாத நிலைக்கு (Cut off) மாறி (உள்ளீட்டிற்கேற்றவாறு) செல்லும். இந்நிலையில் டிரான்சிஸ்டரானது இரு நிலை (உயர் நிலை (அ) தாழ்நிலை) செயல்பாடுகளை மட்டுமே கொண்டதாகக் கருதப்படுகிறது. டிஜிட்டல் செயல்பாடு இரண்டு நிலைகளை மட்டுமே (On (or) Off) கொண்டிருப்பதால், துல்லியமாக அளவுகளை தர முடிகிறது. எனவே இம்முறையானது அனலாக் முறையைக்காட்டிலும் (சரியானதாக) நம்பிக்கை மிக்கதாக கருதப்படுகிறது.

டிஜிட்டல் சுற்று

டிஜிட்டல் சிக்னல்களை மட்டுமே கையாளக்கூடிய மின்னணுவியல் சுற்றுக்கு டிஜிட்டல் சுற்று என்று பெயர்.

டிஜிட்டல் சுற்றின் வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது குறைந்த (அ) உச்ச அளவு மட்டுமே கொண்டதாக இருக்கும். வேறு எந்த அளவினையும் கொண்டதாக இருக்காது. டிஜிட்டல் செயல்பாடு என்பது இருநிலை செயல்பாட்டை கொண்டது. இவைகள் உயர்நிலை, தாழ்நிலை (On state, Off state) ஆகும். ஓர் டிஜிட்டல் சுற்றின் மதிப்புகளானது '1' அல்லது '0' என்ற எண்கள் மூலம் விவரிக்கப்படுவதால் தான் இது டிஜிட்டல் என்ற பெயர் பெறுகிறது. இதில் பயன்படும் எண்கள் '1' மற்றும் '0' என்ற இரு இலக்கம் மட்டுமே கொண்டிருப்பதால் இவை இரு எண் முறை (Binary numbers system) என்றழைக்கப்படுகிறது.

ஆகவே டிஜிட்டல் சுற்றுகளின் செயல்பாடுகளுக்கு செல்வதற்கு முன் எண் முறைகளை (Number Systems) பற்றி நாம் அறிந்து கொள்ள வேண்டியது அவசியம்.

8.2. எண் முறைகள்

அறிமுகம்

ஓர் எண் முறை என்பது பொதுவாக பொருட்கள் அல்லது மற்ற செயல்பாடுகளின் எண்ணிக்கையை அறிந்து கொண்டு பயன்படும் முறை. பொதுவான எண் முறையாக நடைமுறையில் பயன்படுத்துவது பதின்மநிலை (தசம எண்) முறை. இதில் 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 மற்றும் 9 ஆகியவை குறியீடுகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனடிப்படையில் பார்த்தால் தசம எண் முறையில் 10 இலக்கங்கள் (அ) குறியீடுகள் பொருட்களை எண்ணுவதற்காக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த முறை மிக எளிமையாக இருப்பதாலும் நேரிடையாக பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம் என்பதாலும் இந்த முறையினையே அனைத்து கணக்கீடுகளிலும் பயன்படுத்துகின்றோம்.

ஆனால் டிஜிட்டல் மின்னணுவியலில் '1' மற்றும் '0' ஆகிய இரு எண்களை மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும் என்று பார்த்தோம். இந்த டிஜிட்டல் மின்னணுவியலின் அடிப்படையில் கணிப்பான் (Calculator) மற்றும் கணிணி ஆகியவை செயல்படுகிறது என்றும் பார்த்தோம். இந்நிலையில் எவ்வாறு 0, 1 க்கும் மேற்பட்ட எண்களை அல்லது மதிப்புகளை கணிப்பான் மற்றும் கணிணியில் கொடுத்து செயலாற்றுவது? 0 மற்றும் 1க்கு வேறெந்த மதிப்பை அறிந்திராத மின்னணுவியல் சுற்றுக்கு எவ்வாறு பிற எண்களை புரிய வைப்பது? இதற்கு ஒரே தீர்வு 0 மற்றும் 1 தவிர அனைத்து மதிப்புகளையும் டிஜிட்டல் சுற்றுக்கு புரியக்கூடிய 0, 1 ஆக மாற்றி தருவதுதான். ஆக 0, 1 ஆகிய இரு எண்களை மட்டுமே இந்த முறையில் பயன்படுத்துவதால் இது இரும எண் முறை என அழைக்கப்படுகிறது.

இந்த முறை சரியானதாக இருந்தாலும் பயன்படுத்துவதில் அதிக சிரமம் இருந்தது. ஏனெனறால் தசம எண்களை குறிப்பதற்கு, பல இலக்க இரும எண்களை பயன்படுத்த வேண்டியிருந்தது. ஆகையால் இச்சிரமத்தை குறைக்கும் நோக்கில் 'ஆக்டல்' என்ற எண்ணிலை எண் முறை 'எக்ஸாடெசிமல்' என்ற பதினாறு நிலை எண் முறை ஆகியவையும் பயன்படுத்தப்பட்டது.

மேற்கூறிய எண்முறைகளை தெரிந்து கொள்வதற்கு முன்பாக நடைமுறையில் நாம் பயன்படுத்திவரும் பதின்மநிலை எண் முறையின் சில அடிப்படைகளை நினைவில் கொள்வோம்.

பதின்ம எண் முறையில் பயன்படுத்தும் எண்கள் பத்தின் அடிப்படையில் (Radix) அமைந்தவை. அதாவது 0 முதல் 9 வரையில் உள்ள பத்து இலக்கங்களைக் கொண்டது. அதற்கு மேலும் உள்ள மதிப்பானது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இலக்கங்களால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இலக்கங்களின் மதிப்பு, அது இருக்கும் இடத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. இதனால் இது 'இடம் சார்ந்த குறியீடு' (Positional Notation) எனப்படும். உதாரணமாக ஒரு இலக்கம் வலது பக்கத்திலிருந்து இரண்டாவதாக இருந்தால் அந்த இலக்கத்தை பத்தின் இரண்டாவது மடிப்பால் பெருக்க வேண்டும். ஓர் இலக்கம் நான்காவதாக இருந்தால் பத்தின் நான்காவது மடிப்பால் பெருக்க வேண்டும்

எ.கா i) 56 என்ற பதின்மநிலை எண்களின் மதிப்பை இவ்வாறு கணக்கிட வேண்டும்

$56_{10} = 5 \times 10^1 + 6 \times 10^0$

ii) $2\,7\,4\,3 = 2 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0$

$3 \times 10^0 = 3$

$4 \times 10^1 = 40$

$7 \times 10^2 = 700$

$2 \times 10^3 = 2000$

பின்னங்களையும் இதே நிலையில் குறிப்பிடலாம். இதில் பதின்ம புள்ளிக்கு வலதுபுறம் இலக்கங்களுக்கு மடிப்பில் மதிப்பு எதிர்முறையில் (-ve) ஆக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக. 2743.67

$2743.67_{10} = 2 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 6 \times 10^{-1} + 7 \times 10^{-2}$

இருநிலை எண் முறை: (Binary Number System)

இரு நிலை எண் முறையில் 0,1 என இரண்டு இலக்கங்கள் மட்டுமே உள்ளன. ஆகையால் இதன் அடிமானம் 2. இருநிலை எண் முறையில் ஓர் எண் அதனை அடுத்து வலது பக்கத்தில் உள்ள எண்களின் மதிப்பை விட 2 மடங்கு உள்ளதாக கருதப்படும். இந்த முறையில் ஒரு எண்ணின் மதிப்பு இடம் சார்ந்த குறியீட்டு முறைப்படிதான் கணக்கிடப்படுகிறது. பதின்மநிலை முறையில் பத்து என்பதைப் பயன்படுத்தியது போல், இருநிலை எண் முறையில் 2 பலனாகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக

$1\,0\,1\,1_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$

$= 8 + 0 + 2 + 1$

$= 11_{10}$

இருநிலை எண் முறையில் வலது கடைசியில் உள்ள எண்ணிற்கு சிறு மதிப்பு பிட் (Least significant Bit LSB) என்றும் இடது பக்கத்தில் முதலில் உள்ள எண்ணிற்கு பெரு மதிப்பு பிட் (Most Significant Bit - MSB) என்று குறிக்கப்படுகிறது.

உதாரணமாக : $\frac{1}{MSB}$ 0 1 $\frac{1}{LSB}$

LSB யின் மதிப்பு $1 \times 2^0 = 1$ ஆகும்

MSB யின் மதிப்பு $1 \times 2^3 = 8$ ஆகும்

இதைப் போலவே எந்த ஓர் இருநிலை எண்ணையும் அதன் நிலை மதிப்பைக் கொண்டு மாற்றி எழுதலாம் உதாரணமாக

1 1 1 = 100 + 10 + 1 ———— (1)

பதின்ம எண் முறையில்

7 = 4 + 2 + 1 ———— (2)

என்று எழுதலாம். சமன்பாடு 1ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் இருநிலை எண்ணை எழுதுவது போல் பதின்ம எண்ணையும் சமன்பாடு 2ல் காட்டியுள்ளது போல் எழுதலாம்.

எண்ணிலை முறை (Octal Number System)

பதின்ம நிலை எண்களில் 10 (radix) மதிப்பாகவும் இருநிலை எண்களில் radix இட மதிப்பு 2 ஆக இருப்பது போல் இந்த முறை எண்களில் 8 ஆனது இட மதிப்பாக உள்ளது. இதன் இலக்கங்கள் 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,

எ.கா : 765_8 1357_8

பதினாறு நிலை ஹெக்சா எண் முறைகள் (Hexadecimal numbers)

இந்த எண் முறையின் அடிமானம் 16 ஆகும் இதில் 0 to 9 மற்றும் A to F ஆகிய இலக்கங்கள் பயன்படுத்தப்படும்.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F இந்த எண்முறை பெரும்பாலும் நுண்செயலாக்கியில் (Micro Processor) பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனென்றால் இருநிலை எண்களில் ஒரு பதின்ம எண்ணைக் குறிப்பிடுவதற்கு அதிக இலக்கங்கல் தேவைப்படுகிறது. அதை ஞாபகத்தில் வைத்துக் கொள்வதும் கடினமாக உள்ளது. எனவே அதனை சுருக்கும் நோக்கத்தில் இந்த எண் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எகா: $905B_{16}$ $A874_{16}$

எண்முறை - மாற்றங்கள் (Conversions)

பதின்ம எண் - இருநிலை எண் (Decimal to Binary)

பதின்ம எண்ணை இருநிலை எண்ணாக மாற்றுவதற்கு பதின்ம எண்ணை தொடர்ச்சியாக 2 ஆல் கீழே காட்டியுள்ளவாறு வகுக்க வேண்டும். வரும் ஈவு மற்றும் மீதி இரண்டையும் கீழே காட்டியுள்ளவாறு குறித்து விட வேண்டும். ஒரு கட்டத்தில் வகுக்க முடியாத நிலை வரும் அதாவது ஈவானது 0 ஆக கிடைக்கும் போது வகுப்பதை நிறுத்தி கீழிருந்து மேலாக அம்புகுறியிட்டவாறு எண்களை எடுத்து எழுத வேண்டும். அந்த எண்களை குறியிட்ட பதின்மநிலை எண்ணிற்கு இணையான இருநிலை எண்ணாகும்.

எ.கா: 20_{10} இருநிலை எண்ணாக மாற்று

```
2 | 20
2 | 10 -  0
2 |  5 -  0  ↑
2 |  2 -  0
2    1 -  0
```

∴ $20_{10} = 10100_2$ $20_{10} = 1\ 0\ 1\ 0\ 0_2$

MSB   LSB

இந்த இருநிலை எண்ணில் அதிக இடமதிப்பு கொண்டதாக இடதுபுற எண்ணும் (MSB), குறைந்த இட மதிப்பு கொண்டதாக (LSB) வலது கடைசி எண்ணும் கருதப்படும்.

பதின்ம எண் - இரு நிலை எண் (பின்னம்)

எ.கா : 20.74

இதில் முழு பகுதியின் 20 முன் காட்டியுள்ளவாறே வகுத்து முறைபடுத்த வேண்டும். பின்ன மதிப்பான .74 இரண்டால் பெருக்க வேண்டும். முழு எண்ணை எடுத்து கொண்டு கிடைக்கும் பின்ன பகுதியினை மீண்டும் 2 ஆல் பெருக்க வேண்டும். இவ்வாறு குறைந்த பட்சம் ஆறு இலக்கங்கள் வரை பெருக்க வேண்டும். ஆகையால்தான் இந்த விடை தோராயமாகவே கணக்கிடப்படுகிறது. தேவைக்கேற்ப பெருக்கும் நிலையினை அதிகரித்துக் கொள்ளலாம்.

எ.கா:

0.74 x 2 = 1.48 = 0.48 முழு எண் 1

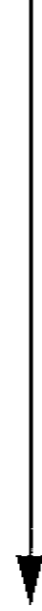
0.48 x 2 = 0.96 = 0.96 முழு எண் 0

0.96 x2 = 1.92 = 0.92 முழு எண் 1

0.92 x 2 = 1.84 = 0.84 முழு எண் 1

0.84 x 2 = 1.68 = 0.68 முழு எண் 1

0.68 x 2 = 1.36 = 0.36 முழு எண் 1



தற்போது முழு எண்களை மேலிருந்து கீழாக படித்து அவற்றை இடமிருந்து வலமாக பின்ன புள்ளிக்கு வலது புறம் எழுதவும். எனவே 20.7410 க்கு இருநிலை எண்

$20.74_{10} = 10100.101111_2$ என்பது இருநிலை மதிப்பாகும்

இருநிலை - பதின்ம எண் (முழு எண்)

கீழ்காணும் படிகள் இருநிலை எண்களை பதின்ம நிலை எண்களாக மாற்றுவதற்கான

i) இருநிலை எண்ணை எழுதவும்

ii) அதனுடைய இட மதிப்பை குறிக்கவும். (வலமிருந்து இடம்)

iii) 'O' உள்ள இட மதிப்புகளை நீக்கி விடவும்.

iv) மதிப்புள்ள இட மதிப்புகளை கூட்டினால் அதற்கு சமமான பதின்ம எண் கிடைக்கும்.

எ.கா: 1011_2

படி 1 : இருநிலை எண்ணை எழுதவும்	1	0	1	1
படி 2 : அதன் இட மதிப்பு	8	4	2	1
படி 3 : பூஜ்ஜிய இட மதிப்பு நீக்கம்	8	~~4~~	2	1
படி 4 : மீதியுள்ள மதிப்புகளை கூட்டவும்	8 + 2 + 1			

பதின்ம எண் = 11

ஆக $1011_2 = 11_{10}$ (பதினொன்று)

இருநிலை - பதின்ம நிலை (பின்னம்)

பின்ன இருநிலை எண்களை பதின்ம நிலை எண்ணாக மாற்ற கீழ்காணும் படிகள் பின்பற்றபட வேண்டும்

i) இருநிலை எண்ணை எழுதவும்

ii) அதன் இட மதிப்பை எழுதவும் 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, ... i.e., ... $2^{-1}, 2^{-2}$ ... (இடது பக்கத்திலிருந்து)

iii) இருநிலை எண்களில் உள்ள '0' களின் மதிப்பை நீக்கவும்

iv) மீதமுள்ள இட மதிப்புகளை கூட்டவும்

எ.கா : 0.1010_2 பதின்ம எண்ணாக மாற்று

படி i) இருநிலை எண்	1	0	1	0
படி ii) அதன் இட மதிப்பு	1/2	1/4	1/8	1/16
படி iii) '0' உள்ள மதிப்புகளை நீக்குதல்	1/2	1/4	1/8	1/16
படி iv) மீதமுள்ள மதிப்புகளை கூட்டுதல்	1/2 + 1/8 = 5/8			

$= .625_{10}$

$\therefore .1010_2 = .625_{10}$

பதின்ம எண் - எண்ணிலை முறை (Octal) முழு எண்கள்

பதின்ம எண் - இருநிலை எண் மாற்றும் முறையினையே இங்கும் பின்பற்ற வேண்டும். 2 ஆல் வகுப்பதற்கு பதில் 8 ஆல் வகுக்க வேண்டும்

எ.கா : பதின்ம எண் 458 யை எண்ணிலை முறை எண்ணாக மாற்று

```
8 | 458
8 | 57   - 2 ↑
     7   - 1 |
```

எனவே $458_{10} = 712_8$

பதின்ம எண் எண்ணிலை முறை எண் (பின்னம்)

இந்த முறையில் பின்ன எண்ணை 8 ஆல் பெருக்கி கிடைக்கும் "முழு பகுதியினை" தனியே எடுத்து எழுதிவிட்டு, மீதமுள்ள பின்ன எண்ணை மீண்டும் 8 ஆல் பெருக்க வேண்டும்.

எ.கா : .82 பதின்ம பின்ன எண்ணை மாற்று

0.82 x 8 = 6.56 = .56 முழு எண் 6

0.56 x 8 = 4.48 = 0.48 முழு எண் 5

0.48 x 8 = 3.84 = 0.84 முழு எண் 3

0.84 x 8 = 6.72 = 0.72 முழு எண் 6

0.72 x 8 = 5.76 = 0.76 முழு எண் 5

0.76 x 8 = 6.08 = 0.08 முழு எண் 6 ↓

எனவே $0.82_{10} \approxeq 643656_8$

எண்ணிலை முறை - பதின்ம எண்: (முழு எண்)

எண்ணிலை முறை எண்ணின் இட மதிப்பு 8 ஆகும். ஆகையால் ஓர் எட்டடிமான எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்ற அதன் ஒவ்வொரு எண்ணையும் அதன் இட மதிப்பால் பெருக்கி அதன் தொகையினை கூட்ட வேண்டும்.

எ.கா 275_8 என்ற எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்று அதன் இட மதிப்புகள்:

2 7 5

8^2 8^1 8^0

இணையான பதின்ம எண் = $(2 \times 8^2) + (7 \times 8^1) + (5 \times 8^0)$

$= (2 \times 64) + (7 \times 8) + (5 \times 1)$

$= 128 + 56 + 5$

$275_8 = 189_{10}$

எண்ணிலை முறை எண் - பதின்ம எண் (பின்னம்)

எ.கா : 0.65 என்ற எட்டடிமான எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்று

இட மதிப்புகள் - 6 5

8^{-1} 8^{-2}

(1/8) (1/64)

சமமான பதின்ம எண் = $(6 \times 8^{-1}) + (5 \times 8^{-2})$

$(6 \times 1/8) + (5 \times 1/64)$

$(0.75) + (0.078125)$

$0.65_8 = 0.828125_{10}$

பதின்ம எண் - ஹெக்சா டெசிமல் (முழு எண்)

பதின்ம எண் - இரு நிலை எண் மாற்றும் பொழுது எந்த முறையானது கையாளப்பட்டதோ இதே முறைதான் இங்கேயும் பின்பற்றப்பட வேண்டும். அதாவது கொடுக்கப்பட்ட பதின்ம

எண்ணை 16 ஆல் கீழே காட்டியுள்ளவாறு வகுத்து, ஈவையும் மீதியையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

எ.கா : 4538 என்ற பதின்ம எண்ணை ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணாக மாற்று

```
16 |4538
16 |283 - 10
16 |17 - 11
    1 - 1
```

$\therefore 4538_{10} = 11\ 11\ 10_{16}$

$4538_{10} = 1\ 1\ B\ A_{16}$

பதின்ம எண் - ஹெக்சா டெசிமல் (பின்னம்)

இந்த முறையில் பதின்ம எண்ணானது 16 ஆல் பெருக்கப்பட்டு அதன் முதல்பகுதி தனியே எடுத்து எழுதப்பட்டு மீதியானது மீண்டும் 16 ஆல் பெருக்கப்பட்டு கீழே காட்டியுள்ளவாறு எழுதப்படவேண்டும்

எ.கா. 0.935 பதின்ம எண்ணை ஹெக்சா டெசிமலாக மாற்று

0.935 x 16 = 14.96 = 0.96 முழு பகுதி 14

0.96 x 16 = 15.36 = 0.36 முழு பகுதி 15

0.36 x 16 = 5.76 = 0.76 முழு பகுதி 5

0.76 x 16 = 12.16 = 0.16 முழு பகுதி 12

0.16 x 16 = 2.56 = 0.56 முழு பகுதி 2

0.56x 16 = 8.96 = 0.96 முழு பகுதி 8

$\therefore 0.935_{10} = EF5C28_{16}$

பதினாறு நிலை - பதின்ம எண் மாற்றம்

ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணின் இடமதிப்பு 16 ஆகும் ஆகவே கொடுக்கப்பட்ட ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணை 16 ன் இட மதிப்பில் பெருக்கி அதன் தொகையினை கூட்ட வேண்டும்.

எ.கா B 35 என்ற ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்று

ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணின் இட மதிப்பு

அதாவது B 3 5

16^2 16^1 16^0

ஆகவே பதின்ம எண் = $(B \times 16^2) + (3 \times 16^1) + 5 \times 16^0)$

$= (11 \times 256) + (3 \times 16) + (5 \times 1)$

$= (2816) + (48) + (5)$

$B\,3\,5_{16} = 2869_{10}$

ஹெக்சா டெசிமல் (பின்ன) எண்ணை - பதின்ம எண்ணாக மாற்று

எ.கா $\cdot C5_{16}$ பதின்ம எண்ணாக மாற்று

இட மதிப்பு = $(C \times 16^{-1}) + (5 \times 16^{-2})$

$= (12 \times 16^{-1}) + (5 \times 16^{-2})$

$= (12 \times 1/16) + (5 \times 1/256)$

$= 0.75 + 0.0195312$

$\cdot C5_{16} = 0.7695312_{10}$

எண்ணிலை முறை - இருநிலை எண் மாற்றம்

எண்ணிலை முறை எண்ணை இருநிலை எண்ணாக மாற்ற மிக எளிமையான முறையில் கையாளப்படுகிறது. 8 என்பது இருநிலைகளின் மூன்று படிகளை கொண்டது (2^3) ஆகவே எண்ணிலை முறை எண்ணின் ஒவ்வொரு இலக்கத்தையும் தனியாக எடுத்து அதற்கு இணையான இருநிலை எண் மதிப்பை எழுதினால் மொத்த மதிப்பு கிடைத்துவிடும்.

எ.கா : 23_8 - இருநிலை எண்ணாக மாற்றுக

2	3
010	011

தற்போது 23_8 ன் இருநிலை எண் மதிப்பு 010 011 (அ) 010 011 ஆகும்.

எட்டடிமான பின்ன எண்ணிற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு

எ.கா 3 5 7 . 5 4

3	5	7	.	5	4
011	101	111		101	100

$\therefore 357.54_8 = 011101111.101100_2$

இருநிலை - எண்ணிலைமுறை எண்

இருநிலை எண்ணை எண்ணிலை முறை எண்ணாக மாற்றுவது முன்னர் பார்த்த முறைக்கு தலைகீழ் முறைகளும் கொடுக்கப்பட்ட இருநிலை எண்ணின் முழுப்பகுதியினை வலது பக்கத்திலிருந்து மூன்று, மூன்று தொடர்களாகவும், பின்னப்பகுதியினை இடது புறத்திலிருந்து மூன்று, மூன்று தொடர்களாகவும் பிரித்து அதற்குரிய மதிப்புகளை எழுத வேண்டும்.

பிரிக்கும் பொழுது எந்தப் புறத்தில் மூன்றுக்கும் குறைவாக இருந்தாலும் பூஜ்ஜியங்களை உடன் சேர்த்துக் கொள்ளலாம்.

எ.கா : 1 0 1 1 0 1 1 1 . 1 0 1 1 1_2

1 0 1 1 0 1 1 1 . 1 0 1 11

10 110 111 . 101 11

இதை மூன்று இருநிலை எண்கள் கொண்ட தொடராக மாற்ற பூஜ்ஜியங்கள் சேர்த்தால்.

010 110 111 . 101 110

தற்போது இவற்றின் மதிப்பு

010	110	111 .	101	110
2	6	7	5	6

$10110111.10111_2 = 267.56_8$

எட்டடிமான எண்	இணையான இருநிலை எண்
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

பதினாறு நிலை - இருநிலை எண்

பதினாறு நிலை எண்ணின் இட மதிப்பு 16 ஆகும் இருநிலை எண்ணின் இட மதிப்பு 2 ஆக பதினாறு நிலை எண்ணின் இட மதிப்பை இருநிலை எண்ணிலிருந்து நோக்கினால் நான்காவது படியில் உள்ளது. அதாவது $2^4 = 16$. எனவே பதினாறு நிலை மாற்றத்தில் ஒவ்வொரு பதினாறு நிடில எண்ணையும் 4 இலக்கங்கள் கொண்ட இருநிலை எண்ணாக மாற்றி, இணைத்து எழுத வேண்டும்.

எ.கா

6	C	4	.	0	9
0111	1100	0100	.	1101	1001

குறிப்பு : முழுப்பகுதியில் இடது புறம் உள்ள பூஜ்ஜியங்களை நீக்கி விடலாம்.

$\therefore 6C4.09_{16} = 11111000100.11011001_2$

இரு நிலை எண் - பதினாறு நிலை எண்

பதினாறு நிலை எண் - இருநிலை எண் மாற்றத்தின் தலை கீழ் முறையே. இதில் நான்கு நான்காக பிரித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

எ.கா $11011000100 . 11011001_2$ என்ற இருநிலை எண்ணை பதினாறு நிலை எண்ணாக மாற்று

11011000100 • 1101100

இதில் பூஜ்ஜியங்களை சேர்க்க

0100	1100	0100	•	1101	1001
6	C	4		D	9

$\therefore 11011000100 \cdot 1101100_2 = 6C4 \cdot D9_{16}$

பதினாறு நிலை எண்	இணையான இருநிலை எண்
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

பதின்ம எண் - BCD மாற்றம்

இந்த முறையில் ஒவ்வொரு பதின்ம எண்ணும் அதற்கிணையான 4 இலக்க இருநிலை எண்ணாக மாற்றப்பட வேண்டும்.

எ.கா . 971 என்ற பதின்ம எண்ணை BCD எண்ணாக மாற்று

4 இலக்கங்களைக் கொண்ட இருநிலை எண்ணாக மாற்று

9	7	1
1001	0111	0001

$\therefore 971_{10} = 100101110001_{BCD}$

BCD பதின்ம எண் முறை

இதில் கொடுக்கப்பட்ட BCD எண்ணானது வலது புறத்திலிருந்து 4 ஆக பிரித்து அதற்கு இணையான பதின்ம எண்ணை எழுத வேண்டும்.

எ.கா 100001010001 என்ற BCD எண்ணிற்கு இணையான பதின்ம எண்

1000	0101	0001
8	5	1

$100001010001_{BCD} = 851_{10}$

8.3. லாஜிக் கேட்டுகள் (Logic Gates)

ஒன்று மற்றும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உள்ளீட்டு சிக்னல்களையும், ஒரே ஒரு வெளியீட்டு சிக்னலையும் மட்டும் கொண்டிருக்கும் டிஜிட்டல் சுற்றுகள் "லாஜிக் கேட்" என்றழைக்கப் படுகிறது.

லாஜிக் கேட்டுகள் ஒரு சுவிட்சைப் போல் செயல்படுவதால், அதன் வெளியீடு இரண்டே. இரண்டு நிலைகளை (உயர்நிலை (1) தாழ்நிலை (0)) மட்டுமே கொண்டதாக இருக்கும். அதாவது ஆன் நிலை (ON State) அல்லது ஆஃப் நிலை (Off State) ஒரு லாஜிக் கேட்டின் வெளியீடு உயர்நிலை (1) அல்லது தாழ்நிலை (0) என்பது உள்ளீட்டை பொறுத்து அமையும்.

கீழ்க்காணும் சுற்றானது சுவிட்சுகளைக் கொண்டு செயல்படும் லாஜிக் கேட் அமைப்பை காட்டுகிறது.

i) சுவிட்ச் S_1 மற்றும் S_2 திறந்திருந்தால் - பல்பு ஆன் நிலையில் உள்ளது.

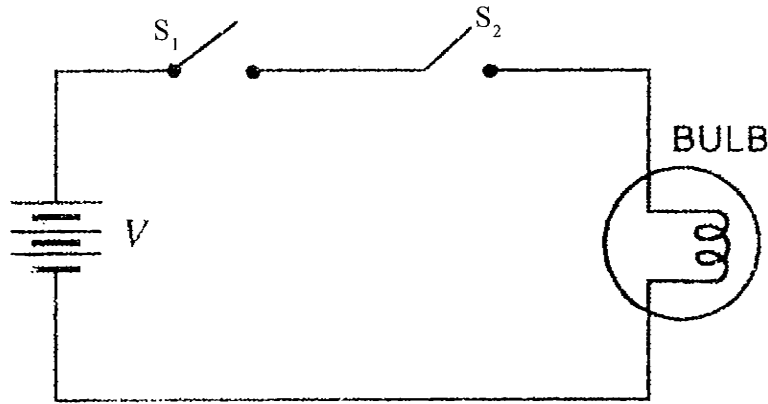
ii) சுவிட்ச் S_1 மூடியவை S_2 திறந்திருந்தால் - பல்பு ஆன் நிலையில் உள்ளது.

iii) சுவிட்ச் S_1 திறந்திருக்கும் S_2 மூடியநிலை - பல்பு ஆன் நிலையில் உள்ளது.

iv) சுவிட்ச் S_1 மூடிய நிலை S_2 மூடிய நிலை - பல்பு ஆன் நிலையில் உள்ளது.

வெளியீடு ஆன் மற்றும் ஆஃப் நிலை, உள்ளீட்டைப் பொறுத்தே அமைந்துள்ளதை கவனிக்க.

கீழே உள்ள அட்டவணையில் S_1 மற்றும் S_2 இரண்டு ஸ்விட்சுகளின் நான்கு செயல்பபட்டு கலவைகள் காட்டப்பட்டுள்ளது. இரண்டு ஸ்விட்சுகளுமே திறந்த நிலையில் பல்பு ஆஃப் நிலையில் உள்ளது. இதை இருநிலை மொழியில் (Binary language) கூற வேண்டுமென்றால் இரண்டு உள்ளீட்டில் ஏதாவது ஒன்றோ அல்லது இரண்டுமோ தாழ்நிலையில் இருந்தால் வெளியீடு தாழ்நிலையில் இருக்கும். இரண்டு ஸ்விட்சுகளுமே ஆன் நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே வெளியீடானது உயர்நிலை பெறுகிறது. இருநிலை மொழியில் கூற வேண்டுமென்றால் இரண்டு உள்ளீடுகளுமே உயர்நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே வெளியீடானது உயர்நிலை பெறும். கீழே உள்ள அட்டவணையானது உள்ளீட்டு நிலைகளையும், அதனை சார்ந்த வெளியீட்டையும் காட்டுகிறது. இதுவே உண்மை அட்டவணை (Truth Table) எனப்படுகிறது.



அட்டவணை

S_1	S_2	Bulb
open	open	OFF
open	closed	OFF
closed	open	OFF
closed	closed	ON

(*ii*)

S_1	S_2	Output
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(*iii*)

படம் 8.3 (1)

பொதுவாக லாஜிக் (Logic) என்கிற வார்த்தை முடிவெடுக்கும் செயல்பாட்டினை குறிக்கக் கூடியது. லாஜிக் கேட்டுகளின் முடிவெடுக்கும் தன்மை அதன் உள்ளீட்டைச் சார்ந்த வெளியீட்டின் அடிப்படையில் அடைந்துள்ளதால், இந்த வகை சுற்றுகள் லாஜிக் சுற்றுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

அடிப்படை கேட்டுகள் (Basic Gates)

ஒரு லாஜிக் கேட் என்பது ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உள்ளீட்டு சிக்னல்களையும் ஒரே ஒரு வெளியீட்டு சிக்னலையும் மட்டுமே கொண்ட சுற்றாகும். அனைத்து லாஜிக் கேட்டுகளுமே உண்மை அட்டவணை அடிப்படையில் சோதிக்கப்படுகின்றன. உண்மை

அட்டவணை என்பது எல்லா வகையான உள்ளீட்டு கலவையும், அதற்கு இணையான வெளியீட்டையும் கொண்டது. இன்றைய பயன்பாட்டில் உள்ள அனைத்து வகை டிஜிட்டல் சுற்றுகளையும் உருவாக்கும் அடிப்படை லாஜிக் கேட்டுகளாக கீழ்க்காணும் இந்த கேட்டுகள் உள்ளன. அவை (i) OR கேட் (ii) AND கேட் மற்றும் (iii) NOT கேட் .

அடுத்த லாஜிக்கேட்டுகளைப் பொறுத்த மட்டில் கீழ்க்காணும் குறிப்புகள் பயனுள்ளவையாக இருக்கும்

i) இருநிலை முறையில் 'O' வானது OVயையும் இருநிலை 1 ஆனது +5V குறிக்கிறது. மேலும் 'O' ஆனது தாழ்நிலை என்றும் '1' ஆனது உயர்நிலை என்றும் குறிக்கப்படுகிறது.

ii) லாஜிக் கேட் ஒரே ஒரு வெளியீட்டை மட்டுமே கொண்டது. வெளியீடானது உள்ளீட்டு சிக்னல்களையும், கேட்டுகளின் வகையினையும் பொறுத்தது.

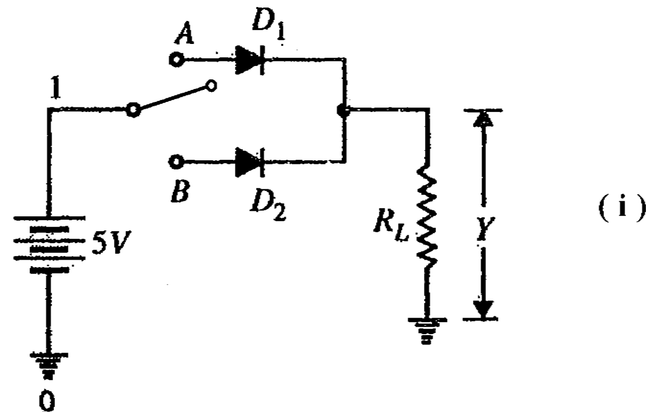
iii) லாஜிக் கேட்டுகளின் செயல்பாட்டினை உண்மை அட்டவணை அல்லது பூலியன் இயற்கணிதம் மூலம் விளக்கலாம்.

OR கேட்

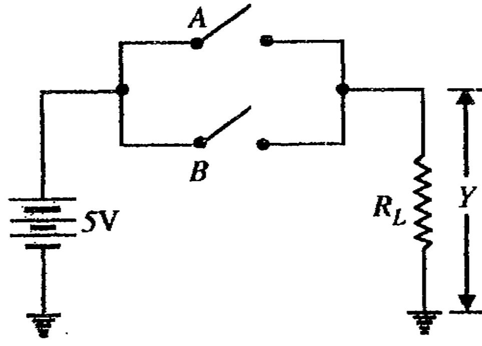
OR கேட் என்பது இரண்டு மற்றும் அதற்கு மேற்பட்ட உள்ளீடுகளையும், ஒரே ஒரு வெளியீட்டையும் கொண்டது. அனைத்து உள்ளீடுகளும் தாழ்நிலையில் இருக்கும் போது OR கேட்டின் வெளியீடு 'Y' யும் தாழ்நிலையில் இருக்கும். உள்ளீடு ஏதாவது ஒன்றோ அல்லது அனைத்துமோ உயர்நிலையில் இருந்தால் வெளியீடு 'Y' உயர்நிலையில் இருக்கும்.

OR கேட் *செயல்பாடு*

கீழே உள்ள படமானது 2 உள்ளீடுகளைக் கொண்ட OR கேட்டின் கட்டமைப்பைக் காட்டுகிறது. உள்ளீடு மின்னழுத்தங்களானது A மற்றும் B எனவும், வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது 'Y' என்றும் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. தரையிடப்பட்ட பேட்டரிகளின் -Ve முனையானது தாழ்நிலையை (O state) குறிப்பதாகும். பேட்டரியின் +Ve முனையானது (+5V) உயர்நிலை (High State 1) குறிப்பதாகும். இதில் நான்கு உள்ளீடு - வெளியீடு வாய்ப்புகள் உள்ளன. அவை பின்வருமாறு.



படம். 8.3. (2) (i)



(ii)

A	B	Y =A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(iii)

படம். 8.3. (2)

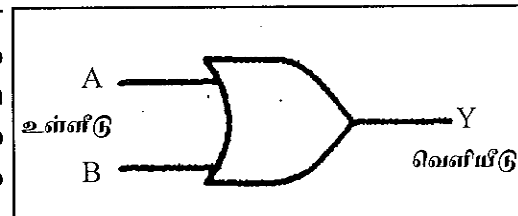
(i) முனை A மற்றும் B ஆனது தரையிடப்பட்டிருந்தால், இரண்டு டையோடுகளும் கடத்தாத நிலையில் இருக்கும். ஆகவே வெளியீட்டு மினன்முத்தம் பூஜ்ஜியமாகவே (குறைந்த மின்னமுத்தம்) இருக்கும். இதை இருநிலை கூற்றில் (Binary Terms) சொல்ல வேண்டுமென்றால் உள்ளீடு A = 0 மற்றும் B = 0 என்றால் வெளியீடு Y = 0. உண்மை அட்டவணை இவற்றை தெளிவாக விளக்குகிறது படம்.

(ii) முனை 'A' தரையிடப்பட்டும், முனை 'B' பேட்டரியின் +Ve முனையோடு இணைக்கப்பட்டால் டையோடு D_2 முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, டையோடு 'D_1' கடத்தா நிலையிலிருக்கும். டையோடு 'D2' கடத்த, அதன் வெளியீடானது +5V மின்னமுத்தமாக இருக்கும். இதை இருநிலை கூற்றில் நோக்கினால் உள்ளீடுகள் A = 0, B = 1 வெளியீடு Y = 1 (படம். 8.3. (2) (ii)).

(iii) முனை A பேட்டரியின் +ve வுடன் இணைக்கப்பட்டும் முனை 'B' தரைலிடப்பட்டும் இருத்தல். இந்நிலையில் 'D_1' முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய 'D_2' கடத்தாத நிலையிலிருக்கும். டையோடு 'D_1' வெளியீடாக +5V கிடைக்கும். இருநிலைக் கூற்றில் கூறினால் உள்ளீடுகள் A = 1, B = O வெளியீடு Y =1 படம். 8.3. (2) (iii)

(iv) தற்போது இரு முனைகளும் பேட்டரியின் +ve முனையோடு இணைக்கப்பட, இரண்டு டையோடுகளும் (D_1, D_2) முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைகிறது. டையோடுகள் இரண்டும் பக்க இணைப்பின் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், வெளியீடு +5v மட்டும் கிடைக்கும். படம். 8.3. (2) (iv) அதாவது இருநிலைக் கூற்றில் உள்ளீடுகள் A = 1, B = 1 என்றால் வெளியீடு Y = 1.

எனவே OR கேட்டைப் பொறுத்தவரை, ஏதாவது ஒரு உள்ளீடோ அல்லது அனைத்துமோ உயர் நிலையில் இருக்கும்போது வெளியீடு உயர்நிலையில் இருக்கும். வெளியீடு தாழ்நிலை பெற வேண்டு மென்றால், அனைத்து உள்ளீடுகளும் தாழ்நிலையில் இருக்க வேண்டும். இந்த கூற்றை உண்மை அட்டவணை தெளிவாக்குகிறது.



படம் 8.3 (3)

படம் 8.3 (3) OR கேட்டின் குறியீட்டைக் காட்டுகிறது.

பூலியன் வரைவு (Boolean Expression)

லாஜிக்கல் செயல்பாடுகளை குறியீட்டின் மூலம் விவரிப்பதே பூலியன் வரைவு எனப்படும். பூலியன் விரைவில் உள்ள '+' குறியீடு லாஜிக்கல் 'OR' செயல்பாட்டை குறிக்கக்கூடியது. 'OR' செயல்பாட்டின் பூலியன் வரைவு.

A + B = Y

↑

OR குறியீடு

A	+	B	=	Y
0	+	0	=	0
0	+	1	=	1
1	+	0	=	1
1	+	1	=	1

அருகிலுள்ள அட்டவணையானது உள்ளீடுகளின் வாய்ப்புகளை காட்டுகிறது.

இதன்படி 0 OR 0 = 0

0 OR 1 = 1

1 OR 1 = 1

1 OR 1 = 1

AND கேட்

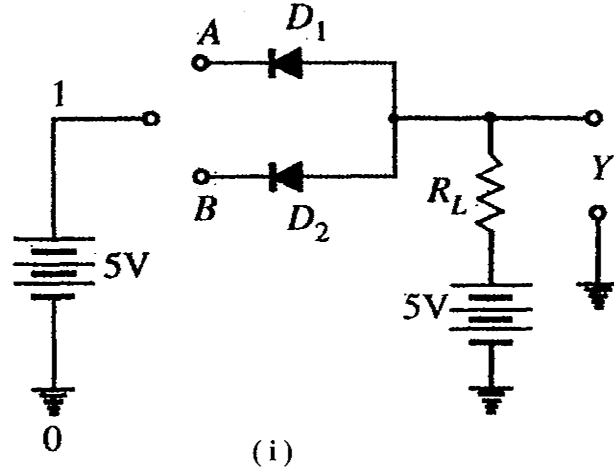
AND கேட் என்பது மற்றுமொரு லாஜிக் கேட்டாகும். இது ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட உள்ளீடுகளையும் ஒரே ஒரு வெளியீட்டையும் கொண்டது AND கேட்டின் அனைத்து உள்ளீடுகளும் உயர்நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே வெளியீடு 'Y' ஆனது உயர்நிலையில் இருக்கும். மேலும், ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு தாழ்நிலையில் இருந்தாலும் வெளியீடு தாழ்நிலையில்தான் இருக்கும்.

AND கேட்டின் செயல்பாடு

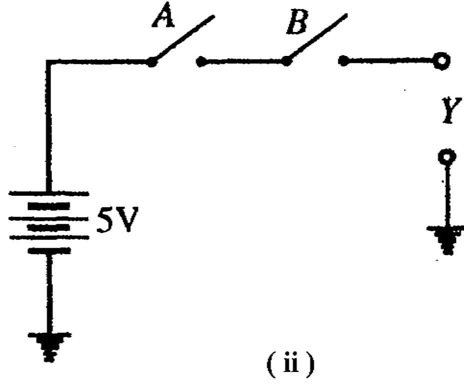
படம் 8.3. (4) (i) ஆனது இரண்டு உள்ளீடுகளைக் கொண்ட AND கேட் அமைப்பை காட்டுகிறது. இதில் நான்கு உள்ளீடு - வெளியீடு வாய்ப்புகள் உள்ளன. அவை.

i) உள்ளீடுகள் A மற்றும் B தரையிடப்பட்டிருந்தால், டையோடு D1 மற்றும் D2 இரண்டுமே முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, அவைகள் கடத்தும் நிலைக்கும் செல்லும். ஆனால் இந்த இரண்டு டையோடுகளும் தரையிடப்பட, வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியம் ஆகும். உண்மை அட்டவணைப்படி இருநிலையில் கூற வேண்டுமானால், உள்ளீடுகள் A = 0, B = 0 வெளியீடு y = 0

ii) உள்ளீடு 'A' ஆனது தரையிடப்பட்டும், உள்ளீடு 'B' ஆனது பேட்டரியின் +ve முனையோடும் இணைக்கப்பட்டால், டையோடு 'D_1' முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய டையோடு



(i)



(ii)

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(iii)

படம். 8.3. (4)

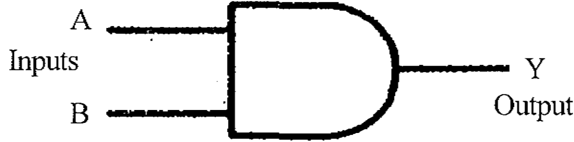
'D_2' கடத்தா நிலையில் இருக்கும். டையோடு 'D' கடத்தும் நிலைக்கு சென்றாலும், தரையிடப்பட்டுவிடுகிறது. ஆகவே இந்நிலையிலும் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியம் தான் இருக்கும். இரு நிலையில் (Binary) கூறினால் உள்ளீடுகள் A = 0, B = 1 வெளியீடு Y = 0.

iii) உள்ளீடு 'A' பேட்டரியின் +ve முனையோடு இணைக்கப்பட, உள்ளீடு 'B' ஆனது தரையிடப்படுதல். இந்நிலையில் டையோடு 'D_2' முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, டையோடு 'D_1', 'D_2' முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, டையோடு 'D_2' கடத்தா நிலையில் இருக்கும். டையோடு 'D_1' கடத்தும் நிலைக்கு சென்றாலும் தரையிடப்பட்டு விடுகிறது. ஆகவே இந்நிலையிலும் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் பூஜ்யம்தான் இருக்கும். இதனை இரு நிலையில் (Binary form) கூறினால், உள்ளீடுகள் A = 1, B = 0 வெளியீடு Y = 0.

(iv) உள்ளீடுகள் A மற்றும் B இரண்டுமே பேட்டரியின் +ve முனையோடு இணைக்கப்படுதல். இந்நிலையில் இந்த இரு டையோடுகளுமே கடத்தாத நிலையில் இருக்கும். இதன் விளைவாக லோடு ரெசிஸ்டர் 'R_L' மின்னோட்டம் எதுவும் பாயாததால் அதன் வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது +5V ஆக இருக்கும்.

அதாவது உள்ளீடுகள் A = 1, B = 1 வெளியீடு Y = 1

உண்மை அட்டவணையின் அடிப்படையில் பார்த்தால் 'AND' கேட்டை பொறுத்தவரை உள்ளீடுகள் அனைத்துமே உயர் நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே வெளியீடானது, உயர்நிலையில் இருக்கும். மற்ற அனைத்து நிலைகளிலும் வெளியீடானது பூஜ்ஜியத்தில் தான் இருக்கும்.



A	.	B	=	Y
0	.	0	=	0
0	.	1	=	0
1	.	0	=	0
1	.	1	=	1

படம். 8.3. (5)

படம் 8.3 (5) ஆனது 'AND' கேட்டின் குறியீட்டை காட்டுகிறது.

பூலியன் வரைவு (Boolean Expression)

'AND' செயல்பாட்டின் பூலியன் வரைவு

A . B = Y



AND குறியீடு

. என்பது கணித அடிப்படையில் பெருக்கும் தன்மையையும் (multiplication), லாஜிக் கேட்டுகளில் AND செயல்பாட்டையும் குறிக்கும் அருகிலுள்ள அட்டவணை உள்ளீடுகளின் வாய்ப்புகளை காட்டுகிறது. அட்டவணை சொல்வது 0 (AND) உடன் எந்த மாறி பெருக்கப்பட்டாலும் அதன் மதிப்பு 0 ஆகும்.

1. AND 1 சேர்த்தால் அது அதாவது (1.1) சமம் 1

AND செயல்பாட்டினை கீழ்கண்டவாறு கூறலாம்.

0 AND 0 = 0

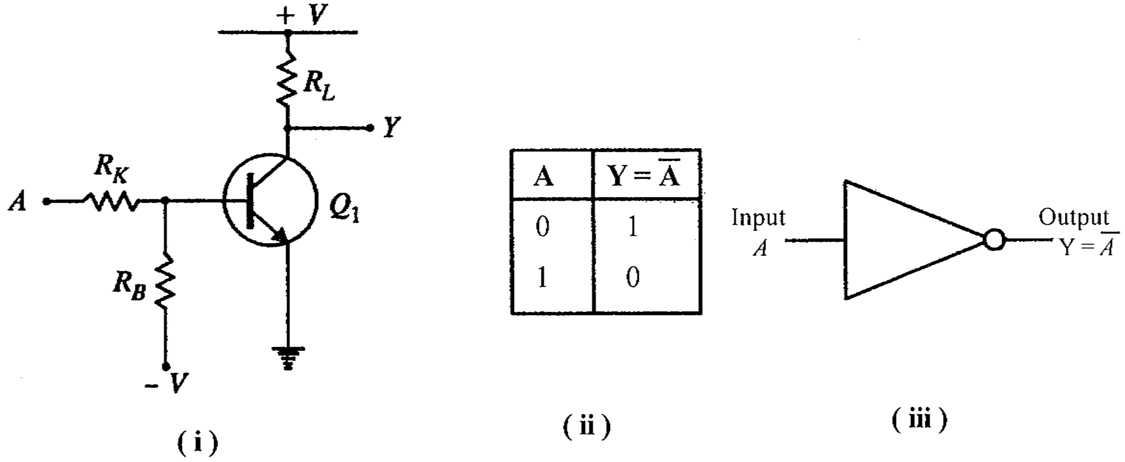
0 AND 1 = 0

1 AND 0 = 0

1 AND 1 = 1

NOT கேட் *அல்லது தலைகீழாக்கி* (Inverter)

இந்த 'NOT' கேட் அல்லது தலைகீழாக்கி ஓர் மிக எளிய லாஜிக் கேட்பாகும். இது ஒரு உள்ளீட்டையும், ஒரு வெளியீட்டையும் மட்டுமே கொண்டது. பொதுவாக 'NOT' கேட்டானது தலைகீழாக்கி (Inverter) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஏனென்றால் இது தரப்படும் உள்ளீட்டை தலைகீழாக மாற்றித் தரும்.



A	$Y = \overline{A}$
0	1
1	0

(i) (ii) (iii)

படம். 8.3. (6)

படம் 8.3 (6) (i) ஆனது ஓர் (இன்வெர்ட்டர்) தலைகீழாக்கி சுற்றை காட்டுகிறது. முனை 'A' ஆனது தரையிடப்பட்டால், டிரான்சிஸ்டர் 'Q_1' பேஸ் ஆனது நெகட்டிவ் தன்மையைப் பெறுகிறது. இந்த நெகட்டிவ் தன்மை காரணமாக டிரான்சிஸ்டர் கடத்தா நிலைக்கு செல்ல கலெக்டர் மின்னோட்டம் பூஜ்ஜியமாகும். ஆனால் அதன் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் +v வேண்டும்.

இரு நிலையில் (Binary Terms) கூறினால் உள்ளீடு A = 0 என்ற நிலையில் வெளியீடு Y = 1 ஆகும்.

அடுத்த செயல்பாடாக முனை 'A' அதிக அளவு +ve மின்னழுத்தமானது தரப்படும் போது, டிரான்சிஸ்டரின் பேஸ் முனையானது முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, டிரான்சிஸ்டர் கடத்தும் நிலைக்குச் செல்கிறது. ஆகவே வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது பூஜ்ஜியமாகும்.

இருநிலை கூற்றின் அடிப்படையில் உள்ளீடு A = 1 என்றால் வெளியீடு Y = 0 ஆகும். படம் 8.3 (6) (ii) ஆனது தலைகீழாக்கியின் உண்மை அட்டவணையைக் காட்டுகிறது. அதாவது தலைகீழாக்கி (இன்வெர்ட்டர்) முனை உள்ளீட்டில் தரப்படுவது எதுவாக இருந்தாலும், வெளியீடானது அதற்கு எதிரானதாக இருக்கும். உள்ளீடு '0' என்றால் வெளியீடு '1' ஆகவும், உள்ளீடு '1' ஆக இருப்பதால் வெளியீடு '0' ஆகவும் இருக்கும்.

படம் 8.3 (6) (iii) ஆனது 'NOT' கேட்டின் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. குறியீட்டின் முனையில் அமைந்துள்ள ஒரு சிறிய வட்டமானது தலைகீழ் செயல்பாட்டை குறிக்கிறது. பூலியன் வரையறைபடி 'NOT' செயல்பாடு

$$Y = \overline{A}$$

உள்ளீடு A யின் மேல் உள்ள '-' ஆனது தலைகீழாக்கும் செயல்பாட்டை குறிக்கிறது.

உள்ளீடு A = 0, வெளியீடு Y = 0 அல்லது Y = 1

உள்ளீடு A = 1, வெளியீடு Y = 1 அல்லது Y = 0

பூலியின் இயற்கணிதம்

டிஜிட்டல் சுற்றுகள் இருநிலை எண்களின் கணக்கீடுகளை 1 மற்றும் 0வைக் கொண்டு செயலாற்றுகின்றன. இந்த கணக்குகள் அல்லது செயல்பாடுகள் லாஜிக்கல் கூற்று அல்லது லாஜிக்கல் செயல்பாடுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

குறியீட்டின் மூலம் லாஜிக்கல் செயல்பாட்டை விவரிக்கும் கணித முறைக்கு பூலியின் இயற்கணிதம் என்று பெயர். இதை பூலியன் என்ற இங்கிலாந்து கணித மேதை உருவாக்கினார். பூலியின் இயற்கணிதம் என்பது, குறிப்பிட்ட கோட்பாடுகளையும், தேற்றங்களையும் கொண்ட தொகுப்பு. இவற்றின் லாஜிக்கல் செயல்பாடுகளை - குறியீடுகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட சமன்பாடுகளின் மூலமாகவும் கணித முறையிலும் விளக்கலாம்.

பொதுவாக இயற்கணிதத்தில் எழுத்துக்கள் A, B, C ஆகியவை மாறிகளாக (variables) கருதப்படும். ஆனால் இங்கு பூலியன் இயற்கணிதத்தில் பூலியன் மாறிலி மற்றும் மாறிகள் இரண்டே மதிப்புகளை மட்டுமே கொண்டது. அவை 0 மற்றும் 1. இவற்றை இணைப்பதற்கு நான்கு குறியீடுகளானது பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவை

i) சமக்குறி (=)

ii) கூட்டல் குறி (+)

iii) பெருக்கல் குறி ($\cdot$)

iv) மேல்கோடு (‾)

மேற்காணும் குறியீடுகளின் பூலியன் இயற்கணிதத்தில் எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்று பார்ப்போம்.

i) சமக்குறி (=)

பூலியன் இயற்கணிதத்தில் பயன்படுத்தப்படும் சமக்குறியானது பொதுவான கணித முறையில் பயன்படுத்தும் குறியீட்டைப் போன்றதே ஆகும். சொல்லப் போனால் சமக்குறிக்கு ஒரு புறம் உள்ள மதிப்பு மறுபுறம் உள்ள மதிப்பிற்கு இணையானது. உதாரணமாக இரு மாறிகள் A, B தரப்படுவதாக எடுத்துக் கொண்டால், A = B என்ற நிலையில், A = 1 எனில் B = 1 என்றும், A = 0 எனில் B = 0 ஆகும்.

ii) கூட்டல் குறி (+)

பூலியன் இயற்கணிதத்தில் இந்த கூட்டல் குறியானது லாஜிக்கல் 'OR' செயல்பாட்டை குறிக்கக்கூடியது. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் A + B = 1 என்ற வரைவு தரும் பொருள் A or B = 1 அதாவது A = 1 அல்லது B = '1' அல்லது இரண்டுமே '1'க்கு சமம்.

iii) பெருக்கல் குறி ($\cdot$)

பூலியன் இயற்கணிதத்தில் ($\cdot$) குறியானது AND செயல்பாட்டை குறிக்கக்கூடியது. அதாவது A.B = 1 என்னும் சமன்பாடு பூலியன் கணிதத்தில் A AND B = 1 என்பதை குறிப்பதாகும்.

அப்படியானால் A = 1 மற்றும் B = 1 ஆகும். செயல்பாடு A.B ஆனது பொதுவாக இடையில் இருக்கும் புள்ளி (.) நீக்கப்பட்டு AB என்று வழக்கத்தில் குறிக்கப்படுகிறது.

iv) மேல்கோடு (−)

பூலியன் கணிதத்தில் மேல்கோடு (−) ஆனது NOT செயல்பாட்டை குறிக்கக்கூடியது. NOT செயல்பாடு, தரப்படும் மதிப்பிற்கு தலைகீழ் மதிப்பை தரும் தன்மை கொண்டது.

அதாவது A = 1 என்றால் $\overline{A} = 0$

பூலியன் தேற்றங்கள் (Boolean Theorems)

பூலியன் வரைவுகளை எளிதாக கணக்கிடும் நோக்கில், சில அடிப்படை பூலியன் தேற்றங்களானது உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இது நம் வசதிக்காக இரண்டு பிரிவுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

i) ஒரு-மாறி தேற்றங்கள் (Single variable Theorems)

ii) பல-மாறி தேற்றங்கள் (Multi variable Theorems)

இவற்றைப் பற்றி சற்று விரிவாகப் பார்ப்போம்.

i) ஒரு மாறி தேற்றங்கள்

ஒரே ஒரு உள்ளீட்டை மட்டுமே கொண்டிருக்கக்கூடிய லாஜிக் கேட்டிற்கு மட்டுமே இந்த தேற்றமானது பொருந்தும். உள்ளீடுகளில் ஒன்று மட்டுமே மாறியாக கொண்டிருக்கக்கூடிய லாஜிக் கேட்டிற்கு இந்த தேற்றமானது பொருந்தும்.

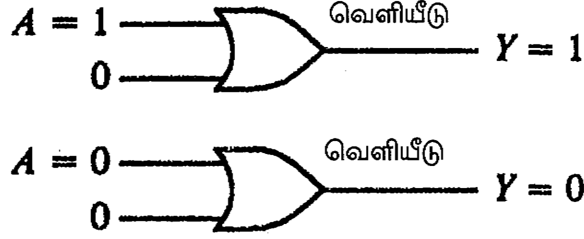
கீழே உள்ள அட்டவணையானது ஒரு மாறி கொண்ட பூலியன் தேற்றங்களைக் காட்டுகிறது.

அட்டவணை 8.3 (1)

தேற்றம் 1 :	$A + 0 = A$
தேற்றம் 2 :	$A . 1 = A$
தேற்றம் 3 :	$A + \overline{A} = 1$
தேற்றம் 4 :	$A . \overline{A} = 0$
தேற்றம் 5 :	$A + A = A$
தேற்றம் 6 :	$A . A = A$
தேற்றம் 7 :	$A + 1 = 1$
தேற்றம் 8 :	$A . 0 = 0$
தேற்றம் 9 :	$\overline{\overline{A}} = A$

தேற்றம் 1 : (A + 0 = A)

இந்த தேற்றமானது மாறி A உடன் 0வை சேர்ப்பதன் (ORing) மூலம் சரிபார்க்கப்படுகிறது. படம் 8.3 (7) இதைக் காட்டுகிறது.



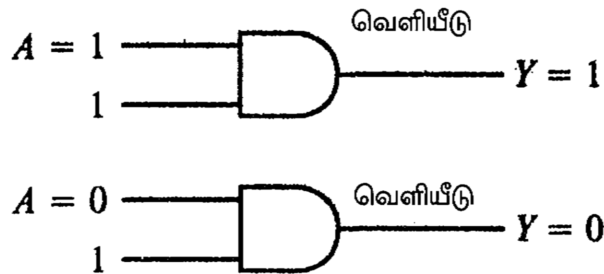
படம் 8.3 (7)

OR கேட்டின் ஒரு உள்ளீடானது எப்போதும் '0'வை கொண்டிருப்பதாகவும் மற்றொரு உள்ளீடு 1 அல்லது 0 வாகவும் இருக்கும்.

Aன் மதிப்பு 1 என்றால், வெளியீடு மதிப்பும், 1 ஆகும். அதாவது A யின் மதிப்பாகும். 'A' ன் மதிப்பு '0' தரப்படும் போது வெளியீட்டில் '0' கிடைக்கிறது. அதாவது 'A' யின் மதிப்பாகவே உள்ளது. (A = 0). ஆகவே எந்த ஓர் மாறியுடன் '0' சேர்ந்தால் (ORed) கிடைக்கும் விடை அந்த மாறியின் மதிப்பாகவே இருக்கிறது.

இதை மிக சுலபமாக நினைவில் வைத்துக் கொள்ளலாம். எந்த மதிப்போடு 'O' சேர்ந்தாலும் அந்த மதிப்பில் மாற்றம் ஏதும் நிகழாது என்பது சாதாரண கணிதக் கூட்டலில் உள்ளது போல் இந்த பூலியன் கூட்டலிலும் தெளிவாகிறது.

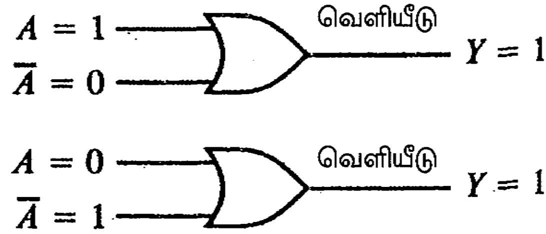
தேற்றம் 2 : A . 1 = A



படம் 8.3 (8)

இத்தேற்றமானது மாறி A உடன் '1' சேர்ப்பதன் மூலம் சரிபார்க்கப்படுகிறது. இதைப் படம் 8.3 (8) காட்டுகிறது. AND கேட்டின் ஒரு உள்ளீடானது எப்போதும் 1 ஆகவும், மற்றொரு உள்ளீட்டின் மதிப்பு 1 அல்லது 0 ஆக தரப்படுவதாக கொண்டால், உள்ளீடு A மதிப்பு 0 என்றால் AND கேட்டின் வெளியீடு 1 ஆக இருக்கும். ஏனென்றால் இரண்டு உள்ளீடுகளுமே '1' பெற்றுள்ளது. Aன் மதிப்பு 0 தரப்பட்டால் AND கேட்டின் வெளியீடும் 0 ஆகும். எனவே எந்த ஓர் மாறியும் 1 உடன் பெருக்கப்பட்டால் (AND ed) கிடைப்பது அந்த மாறியின் மதிப்பே (A.1 = A). இதுவும் ஒரு சாதாரணக் கணிதப்பெருக்கல் போலவே உள்ளதால் எளிமையாக நினைவில் வைத்துக் கொள்ளலாம்.

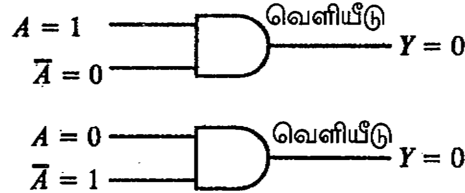
தேற்றம் 3 : ($A+\overline{A}=1$)



படம் 8.3 (9)

மாறி 'A' யின் மதிப்பையும் அதன் தலைகீழ் மதிப்பையும் (A) சேர்த்தால் கிடைக்கும் விடை எப்போதும் 1 ஆகவே இருக்கும். 'A' யின் மதிப்பு 0 என்றால் $0+0=0+1=1$. A யின் மதிப்பு 1 என்றால் $1+\overline{1}=1+0=1$. படம் 8.3 (9) இதை தெளிவாக காட்டுகிறது.

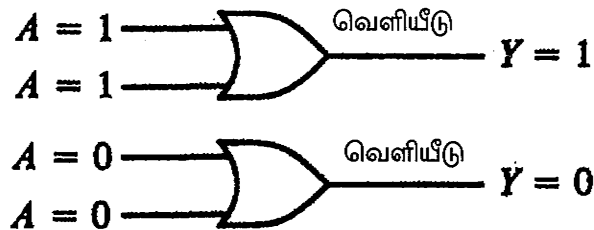
தேற்றம் 4 : ($A.\overline{A}=0$)



படம் 8.3 (10)

இந்த தேற்றம் கூறுவது மாறி 'A' யுடன் அதன் தலைகீழ் பெருக்கப்பட்டால் (AND ed) அதன் விடை பூஜ்யமாகும். இது மிக எளிமையானது. ஏனென்றால் A அல்லது A எப்போதும் 0 வாக இருக்கும். எனவே AND கேட்டின் ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு 0 என்றாலும் அதன் வெளியீடு 0 வாகவே இருக்கும். படம் 8.3 (10) இதை தெளிவாக்குகிறது.

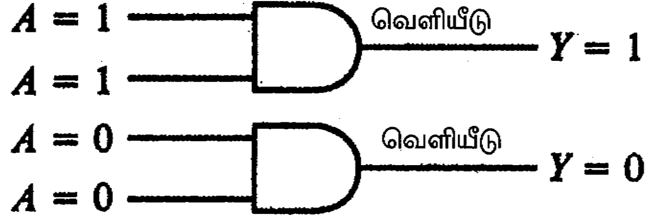
தேற்றம் 5 : ($A+A=A$)



படம் 8.3 (11)

இத்தேற்றம் கூறுவது, மாறி A ஆனது அதனுடனே கூட்டப்பட்டால் (OR ed), வெளியீடு அந்த மாறிக்கு சமமானது. ஆக Aயின் மதிப்பு 0 என்றால் $0+0=0$ மற்றும் Aயின் மதிப்பு 1 என்றால், $1+1=1$ அதாவது A ஆகும். படம் 8.3 (11)இதை விளக்குகிறது.

தேற்றம் 6 : (A.A=A)



படம் 8.3 (12)

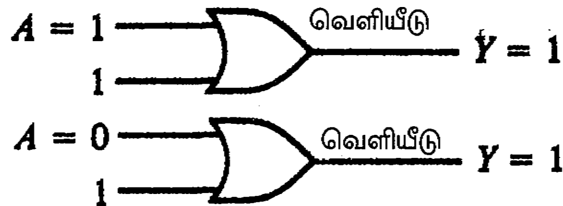
இத்தேற்றம் கூறுவது, மாறி A ஆனது மதிப்பு அதனுடனே பெருக்கப்பட்டால் (AND ed) கிடைக்கும் அந்த மாறிக்கு இணையானது.

எ.கா. A = 0 என்றால் 0.0 = 0

A = 1 என்றால் 1.1 = 1

இரு நிலைகளிலும் AND கேட்டின் வெளியீடானது 'A' யின் மதிப்பையே கொண்டுள்ளது. படம் இதனை தெளிவாக்குகிறது.

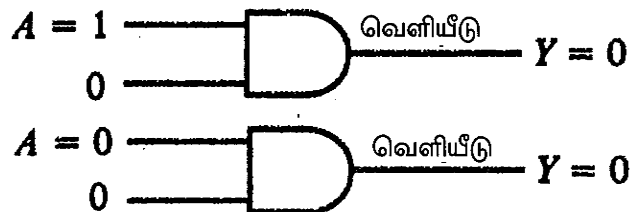
தேற்றம் 7 : (A+1=1)



படம் 8.3 (13)

இத்தேற்றம் கூறுவது மாறி A உடன் 1 ஆனது கூட்டப்பட்டால் (OR ed) வெளியீடானது 1க்கு சமமாக இருக்கும். படம் 8.3 (13) இதனை விளக்குகிறது. OR கேட்டின் ஒரு உள்ளீடானது எப்போதும் 1 ஆகவும் மற்றொரு உள்ளீடு A, 1 அல்லது 0 வாகவும் இருக்கும். OR கேட்டின் ஒரு உள்ளீடு 1 ஆக இருக்கும்நிலையில், மற்றொரு உள்ளீட்டின் (A) மதிப்பு எதுவாக இருந்தாலும் வெளியீடு 1 ஆகவே இருக்கும்.

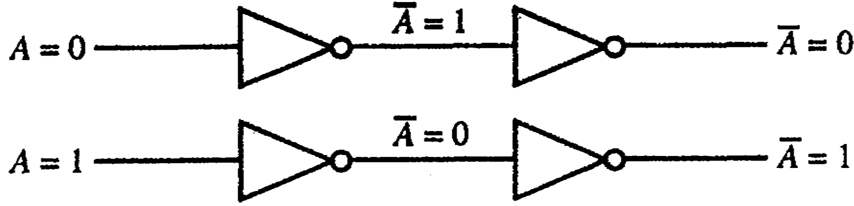
தேற்றம் 8 : (A.0=0)



படம் 8.3 (14)

மாறி A உடன் 0வை பெருக்கினால் (AND ed) கிடைக்கும் வெளியீடு 0 ஆகும். AND கேட்டின் ஒரு உள்ளீடு 0 ஆக இருக்கும் நிலையில் மற்றொரு உள்ளீடு Aன் மதிப்பு எப்படி இருந்தாலும் அதன் வெளியீடு 0 ஆகவே இருக்கும். படம் 8.3 (14) இதனை விளக்குகிறது.

தேற்றம் 9 : ($\overline{\overline{A}} = A$)



படம் 8.3 (15)

இத்தேற்றம் கூறுவது, மாறி A யின் மதிப்பை இரு முறை புரட்டி போட்டால் (தலைகீழி) அமைத்தால் கிடைக்கும் விடை அந்த மாறியின் மதிப்பே. மாறி A வை ஒரு முறை (தலைகீழி) புரட்டி போட்டால் விடை $\overline{A}$ ஆகும். அதை மீண்டும் ஒரு முறை புரட்டி போட்டால் $\overline{\overline{A}}$ (தலைகீழி) மீண்டும் அசல் மதிப்பே கிடைத்துவிடும். இதை படம் 8.3 (15) தெளிவாக விளக்குகிறது.

பலமாறி (Multi-Variable) தேற்றங்கள் குறித்து பனிரெண்டாம் வகுப்பில் பார்ப்போம்

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. ***சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.***

1. டிஜிட்டல் சிக்னலில் உள்ள நிலைகளின் எண்ணிக்கை

அ. ஒன்று   ஆ. இரண்டு   இ. நான்கு   ஈ. பத்து

2. ஒரு சைன் அலை என்பது

அ. டிஜிட்டல் அலை   ஆ. அனலாக் சிக்னல்
இ. டிஜிட்டல் மற்றும் அனலாக் இரண்டும்   ஈ. டிஜிட்டல் அல்லது அனலாக்

3. பதின்மநிலையில் 15ஐ இருநிலை எண் முறையில் மாற்றும்போது

அ. 1111   ஆ. 1110   இ. 1100   ஈ. 1000

4. இருநிலை எண் 10101க்கு சமமான பதின்ம நிலை எண்

அ. 13   ஆ. 19   இ. 21   ஈ. 23

5. பதின்ம எண் 17ஐ எண்ணிலை முறை எண்ணாக மாற்றினால் _________ கிடைக்கும்

அ. 888   ஆ. 111   இ. 21   ஈ. 27

6. எண்ணிலை முறைஎண் 16க்கு சமமான பதின்மநிலை எண்

அ. 13   ஆ. 14   இ. 15   ஈ. 16

7. இரண்டு தொடர இணைப்பு சுவிட்ச்களின் செயல்பாட்டிற்கு இணையான லாஜிக் கேட் எது?

அ. AND   ஆ. OR   இ. NAND   ஈ. மேற்கண்ட அனைத்தும்

8. இரண்டு பக்க இணைப்பு சுவிட்ச்களின் செயல்பாட்டிற்கு இணையான லாஜிக் கேட் எது?

அ. AND ஆ. NAND இ. OR ஈ. NOR

9. கீழ்க்கண்ட பூலியன் தேற்றத்தில் எது சரி?

அ. O + A = A ஆ. 1 + A = 1 இ. A + A = A ஈ. A + A = O

10. NOT கேட்டிற்கு உள்ளீடு சிக்னலாக 1 வழங்கும்போது அதன் வெளியீடு

அ. O ஆ. 1 இ. O அல்லது 1 ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

II. *ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி*

1. அனலாக் சிக்னலுக்கு உதாரணம் கூறு.
2. டிஜிட்டல் சிக்னலின் உதாரணம் கூறு.
3. டிஜிட்டல் சின்லின் இரு நிலைகள் யாவை?
4. பதின்ம நிலையில் எத்தனை இலக்கங்கள் உள்ளன?
5. இருநிலை எண் முறையில் உள்ள இலக்கங்கள் யாவை?
6. எண்ணிலை முறையில் உள்ள எண்களைக் கூறு.
7. பதின்ம எண் 45ஐ இருநிலை எண்ணாக மாற்று.
8. இருநிலை எண் 100110ஐ பதின்ம எண்ணாக மாற்று.
9. பதின்ம எண் 94ஐ எண்ணிலக்க எண்ணாக மாற்று.
10. பதின்ம எண் 226ஐ ஹெக்சாடெசிமல் எண்ணாக மாற்று.
11. ORகேட்டின் குறியீடு வரைக.
12. AND கேட்டின் குறியீடு வரைக.
13. NOT கேட்டின் குறியீடு வரைக.
14. பூலியன் தேற்றங்களின் பிரிவுகள் யாவை?
15. லாஜிக் கேட் என்பது என்ன?

பகுதி ஆ

III. *ஒரு சில வரிகளில் விடையளி*

1. அனலாக் மற்றும் டிஜிட்டல் சிக்னல் என்றால் என்ன?
2. மூன்று வகை அடிப்படை லாஜிக் கேட்கள் யாவை?
3. 2510 என்ற பதின்ம எண்ணை ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணாக மாற்று.
4. B42 என்ற ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்று.

5. எண்ணிலை எண் 34_8 இருநிலை எண்ணாக மாற்று.

6. 643 என்ற பதின்ம எண்ணை BCDஎண்ணாக மாற்று.

7. AND கேட்டின் உண்மை அட்டவணையை எழுது.

8. OR கேட்டின் உண்மை அட்டவணையை எழுது.

9. NOT கேட்டின் உண்மை அட்டவணையை எழுது.

10. ஒரு மாறி தேற்றம் என்றால் என்ன?

11. அனலாக் முறை நம்பகத்தன்மை இல்லாது இருப்பதேன்?

12. டிஜிட்டல் தொழிற்நுட்பத்தின் முக்கியத்துவம் என்ன?

13. பதின்ம நிலை மற்றும் இருநிலை முறைகளுக்கான வேறுபாடுகளைக் கூறு.

14. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் + என்பதன் பொருள் என்ன?

15. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் - என்பதன் பொருள் என்ன?

பகுதி இ

IV. *கீழ்கண்ட வினாக்களை விளக்கு*

1. அனலாக் மற்றும் டிஜிட்டல் சிக்னல்களை சுருக்கமாக விளக்கு.

2. இருநிலை எண்முறை (Binary number system) பற்றி விளக்கு.

3. எண்ணிலை முறை (Octal number system) பற்றி விளக்கு.

4. பூலியன் இயற்கணிதம் பற்றி குறிப்பு வரைக.

5. ஒரு மாறி (Single variable) கொண்ட பூலியன் தேற்றங்களின் அட்டவணை வரைக.

பகுதி ஈ

V. *கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி*

1. OR கேட்டின் கட்டமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்பாட்டினை விவரி.

2. AND கேட்டின் கட்டமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்பாட்டினை விவரி.

3. NOT கேட்டின் கட்டமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்பாட்டினை விவரி.

4. ஒரு மாறி (Single variable) கொண்ட தேற்றங்களை படங்களுடன் விரிவாக விவரி.

விடைகள்

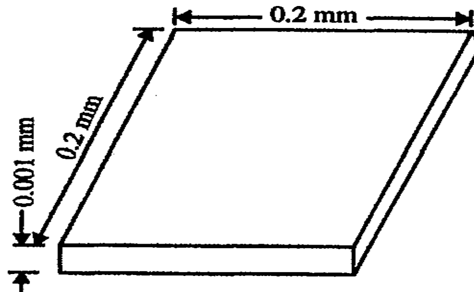
1 (ஆ) 2(ஆ) 3(அ) 4(இ) 5(இ)
6(ஆ) 7(அ) 8(இ) 9(அ) 10(அ)

9. இன்டகரேட்டட் சுற்றுகள் (INTEGRATED CIRCUITS)

அறிமுகம்

இதுவரை இந்த பாடப்புத்தகத்தில் கற்ற சுற்றுகள் அனைத்தும் தனிப்பட்ட முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட உறுப்புகள் (உதாரணம் : மின்தடைகள், மின்தேக்கிகள், டயோடுகள், டிரான்சிஸ்டர்கள் முதலியன) ஆகும். இவைகள் கம்பி அல்லது கடத்தும் பிளேட்டினால் மின்சுற்று அச்சிட்ட பலகையில் (PCB) இணைக்கப்படுகின்றன. இந்த வகை சுற்றுகளை டிஸ்க்ரீட் சுற்றுகள் (Discrete Circuits) எனலாம். ஏனெனில் சுற்றில் சேர்க்கப்படும் உறுப்புகள் மற்றவைகளுடன் தொடர்ச்சியில்லாது இருக்கும். டிஸ்க்ரிட் சுற்றில் இரண்டு முக்கிய குறைபாடுகள் உள்ளன. முதலாவதாக, ஒரு பெரிய சுற்றில் (உதாரணமாக தொலைக்காட்சி, கம்ப்யூட்டர் சுற்றுகள்) நூற்றுக்கணக்கான உறுப்புகள் தனித்தனியாக தொடர்ச்சியற்று (Discrete) அமைப்பதன் காரணமாக அதிக இடத்தை பிடிக்கிறது. இரண்டாவதாக நூற்றுக்கணக்கான இடங்களில் பற்றவைப்பு (Soldering) செய்யப்படுவதால், பல இடையூறுகளை ஏற்படுத்தி நம்பகத்தன்மையை இழந்துவிடுகிறது. மேற்கண்ட குறைபாடுகளை நீக்கி நம்பகத்தன்மையை ஏற்படுத்த வேண்டும் என்ற நோக்கில் பொறியாளர்கள் மிகச்சிறிய அளவிலான சுற்றுகளைத் தயாரித்தனர். இதனால் நுண் மின்னணுவியல் (Micro Electronics) துறையின் வளர்ச்சியானது கி.பி. 1950ஆம் ஆண்டுகளின் இறுதியில் ஆரம்பமானது.

மின்னணு பொறியியல் துறையில் நுண் மின்னணுவியல் ஒரு பிரிவாக உள்ளது. இதில் நுண் சுற்றுகளைப் (Micro Circuits) பற்றி பார்ப்போம். பொதுவாக நுண்சுற்றுகள் என்பவை மின்னணு உறுப்புகளை மிகச்சிறிய அளவில் ஒன்றிணைக்கும் அமைப்பாகும். அதன் ஒரு வகையாக இன்டக்ரேட்டட் சுற்றுகள் (Integrated circuits) உள்ளது. இதை சுருக்கமாக ஐ.சி. (IC) எனலாம். ஒரு இன்டக்ரேட்டட் சுற்றில் பல எண்ணிக்கையிலான மின்தடைகள், மின்தேக்கிகள், டயோடுகள், டிரான்சிஸ்டர்கள் முதலியன ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் (small semiconductor chip) உருவாக்கப்படுகின்றன. ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் நூற்றுக்கணக்கான உறுப்புகள் பொருத்தப்பட்டு ஒரு ஐ.சி. தயாரிக்கப்படுவது நுண் மின்னணுவியலின் சிறப்பம்சமாகும். இதனால் மிகச் சிறிய அளவிலும், குறைந்த எடையிலும் குறைந்த மின்சக்தியிலும் இயங்கக்கூடிய மின்னணு உபகரணங்களை (Electronic Equipments) அதற்கான தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்க முடியும். மேலும் ஐ.சி.கள் அதிக நம்பகத் தன்மையை பெற்றுள்ளது. இந்த பாடத்தில் ஐ.சி.களின் தயாரிப்பு முறைகளையும், செயல்திறனையும் காண்போம்



படம் 9.1

9.1 இன்டக்ரேட்டட் சுற்று : (Integrated Circuits)

ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் மின்சுற்று உறுப்புகளான டிரான்சிஸ்டர்கள், டயோடுகள், மின்தடைகள், மின் தேக்கிகள் முதலியன தன்னிச்சையான ஒரு அங்கமாக இடம்பெற்று இருப்பதை இன்டக்ரேட்டட் சுற்று (Integrated circuit) என்கிறோம்.

ஒரு இன்டக்ரேட்டட் சுற்றில் பல எண்ணிக்கையிலான மின்சுற்று உறுப்புகள் (உதாரணமாக டிரான்சிஸ்டர், டயோடு, மின்தடை முதலியன) தங்களுக்கு இடையே இணைப்புகளைப் பெற்று, ஒரு சிறிய அமைப்பில் பொருத்தப்பட்டு மின்னணு வேலைகளை முழுமையாக செய்கிறது. ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் இந்த உறுப்புகள் இடம்பெற்று இணைப்புகள் கொடுக்கப்படுகின்றன. கீழ்க்கண்ட குறிப்புகள் ஒரு ஐ.சி.யைப் பற்றி விளக்குகின்றன.

அ ஒரு ஐ.சி.யில் தனிப்பட்ட எந்த ஒரு உறுப்பையும் (components) நீக்கவோ அல்லது சேர்க்கவோ முடியாது. ஏனெனில் இதன் அனைத்து உறுப்புகளும் ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் (Chip) ஒரு பகுதியாக பிரிக்க முடியாதவாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. டிஸ்க்ரீட் முறையில் எந்த ஒரு உறுப்பையும் நீக்கவும், புதிதாக மாற்றவும் முடியும்.

ஆ. ஒரு ஐ.சி.யின் அளவு (Size) மிகவும் சிறியது. எனவே இதன் இணைப்புகளைக் காண நுண்ணோக்கி (Microscope) தேவைப்படுகிறது. படம் 9.1ல் 0.2 mm x 0.2 mm x 0.001 mm IC-காட்டப்பட்டுள்ளது இந்த குறைகடத்தி சிப்-ன் பரப்பில் பல எண்ணிக்கையிலான டிரான்சிஸ்டர்கள், டயோடுகள், மின்தடைகள் முதலான உறுப்புகள் மின்சுற்றாக அமைக்கப்படுகிறது.

இ. ஒரு சிப்-ல் உள்ள உறுப்புகள் எதுவும் அதன் மேற்பரப்பில் தெரிவதில்லை. ஏனெனில் அனைத்து உறுப்புகளும் சிப்-ன் உள்ளே உருவாக்கப்பட்டு மூடப்பட்டிருக்கும்.

9.2. ஐசி-களின் நன்மைகளும், தீமைகளும்

தனித்துவம் கொண்ட உறுப்புகளான (Discrete components) டிரான்சிஸ்டர்கள், டயோடுகள், மின்தடைகள் ஆகியவற்றால் அமைக்கப்படும் மின்சுற்றை விட ஐ.சி.களால் உருவாக்கப்படும் மின்சுற்று மற்றும் மின்னணு சாதனங்கள் தொழிற்நுட்ப பொறியாளர்களின் வேலையை சுலபமாக்குகின்றது. ஒரு சில எளிய சுற்றுகளைத் தவிர பெரும்பாலான சுற்றுகள் ஐ.சி.-களால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மேலும் இவை விலை மலிவாகவும், எண்ணிக்கையில் அதிகமாகவும் கிடைப்பதால் Discrete சுற்றுகளின் தேவை குறைந்துவிட்டது. எனவே Discrete சுற்றுகளை காட்டிலும் அதிக சிறப்புகளையுடைய ஐ.சி.களின் நன்மைகளை அறிவது அவசியமாகும். மேலும் அதன் சில குறைபாடுகளையும், அவற்றை நீக்க மேற்கொள்ளும் முயற்சிகளையும் காண்போம்.

நன்மைகள்

1. குறைந்த எண்ணிக்கையுடைய இணைப்புகளை பெற்றுள்ளதால் உயர்ந்த நம்பகத்தன்மையைப் பெற்றுள்ளது.

2. ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-பானது (Chip) பல்வேறு உறுப்புகள் பொருத்தப்பட்டு உருவாகுவதால் இதன் அளவு மிக சிறியதாக உள்ளது.

3. குறைந்த எடை மற்றும் சிறிய அளவின் காரணமாக மிகச்சிறிய இடத்தையை பிடிக்கிறது.

4. குறைந்த மின்சக்தி (Power) போதுமானதாகும்.

5. அதிக வெப்பநிலையில் வேலை செய்யக்கூடிய திறனை பெற்றுள்ளது.

6. ஒரு சிறிய குறைகடத்தி வேஃபர் (Wafer) ல் ஒரே மாதிரியான பலநூறு ஐ.சி.கள் தயாரிக்க முடிவதால் இதன் விலை மலிவு.

7. வெளிப்புற இணைப்புகளின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதால் இதன் கட்டமைப்பு எளிமையாக உள்ளது.

தீமைகள்

1. ஐ.சி.யில் உள்ள ஏதேனும் ஒரு உறுப்பு பழுதடைந்தாலும், மொத்த ஐ.சி.யையும் மாற்றம் செய்ய வேண்டும்.

2. பொதுவாக ஐ.சி.களில் 30pf மதிப்பிற்கு மேற்பட்ட மின்தேக்கிகளை பொருத்த இயலாது. எனவே இவற்றை ஐ.சி.யின் வெளிச்சுற்றிலேயே பயன்படுத்த வேண்டும்.

3. ஐ.சி.களில் உள்ள குறைகடத்தி சிப்-ல் காயில்கள் மற்றும் டிரான்ஸ்பார்மர்களை பொருத்த இயலாது.

4. மிக உயர் மின்சக்தி திறனுடைய ஐ.சி.களை (10 வாட்கள் மேற்பட்ட) தயாரிக்க முடியாது.

5. இதன் ஏற்றுக்கொள்ளும் தன்மை (Flexibility) குறைவு.

9.3. ஐ.சி.யின் வகைப்பாடுகள் (IC Classifications)

ஐ.சி.களை தயாரிக்க நான்கு வகையான கட்டமைப்பு முறைகள் பின்பற்றப்படுகன்றன.

1. மோனோலிதிக் (Mono-lithic)

2. மெல்லிய - ஃபிலிம் (thin-film)

3. தடித்த - ஃபிலிம் (thick-film)

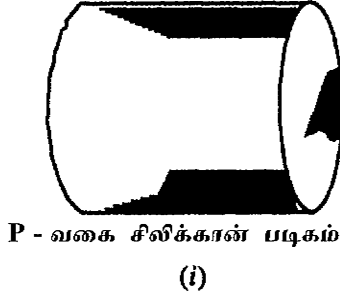
4. ஹைபிரிட் (Hybrid)

மோனோலிதிக் ஐ.சி.கள் நடைமுறையில் அதிக அளவில் பயன்படுகின்றன. எனவே இந்த பாடப்பகுதியில் அதன் கட்டமைப்பு முறைகளை காண்போம்.

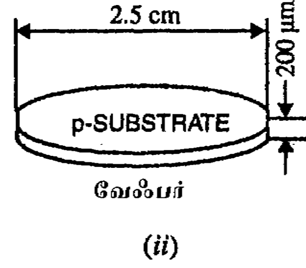
9.4. மோனோலிதிக் ஐ.சி உருவாகும் முறை

சப்ஸ்டிரேட் (substrate) எனப்படும் ஒரு மெல்லிய வேஃபரில் (wafer) அனைத்து மின்சுற்று உறுப்புகளும், அதன் உள் இணைப்புகளும் உருவாக்கப்படுவதை ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி. (Monolithic I.C) என்கிறோம்.

மோனோலிதிக் என்ற வார்த்தை கிரேக்க மொழியில் இருந்து எடுக்கப்பட்டது. இதன் அர்த்தம் ஒரு கல் (One stone) என்பதாகும். அனைத்து மின்உறுப்புகளும் ஒரு சிப்-ல் (chip) அடங்கி விடுவதால் இந்த வார்த்தை பொருத்தமாக உள்ளதாக கருதப்படுகிறது. ஒரு ஐ.சி. எவ்வாறு உருவாக்கப்படுகிறது (fabrication) என்பதை பற்றி இனி காண்போம்.



(i)

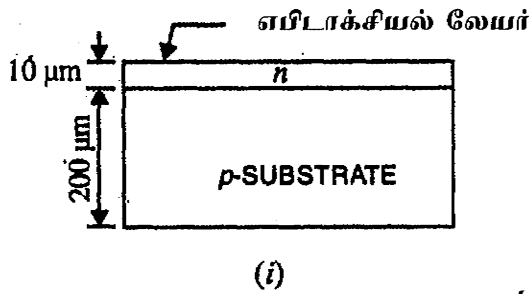


(ii)

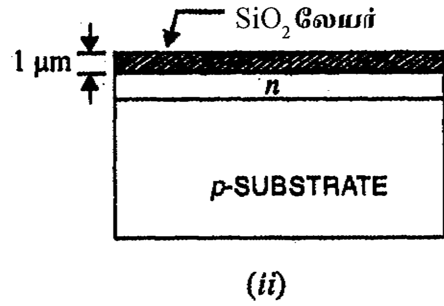
படம் 9.2

i) P - சப்ஸ்டிரேட் (P-Substrate)

ஒரு ஐ.சி. தயாரிப்பில் இது முதல் படியாகும். இதில் ஒரு சிலிண்டர் வடிவ P வகை சிலிக்கான் படிகமானது (Silicon crystal) எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. இதன் கொள்ளளவு 25 செ.மீ. நீளமும், 2.5 செ.மீ விட்டமும் இருக்க வேண்டும். (படம் 9.2. (i)-ஐ காண்க). பிறகு இந்த படிகத்தை வைரத்தை அறுக்கும் ரம்பம் மூலம் பல எண்ணிக்கையுடைய சிறிய வேஃபர் (wafer)களாக வெட்ட வேண்டும். இவ்வாறு வெட்டப்பட்ட வேஃபர்களின் தடிமன் 200μm ஆக இருக்க வேண்டும். வேஃபரின் ஒரு பக்கமானது நன்கு பளபளப்பாக மேடுபள்ளம் இன்றி சமமாக மாற்றப்படுகிறது. இநத வேஃபர்-ஐ சப்ஃடிரேட் (Substrate) என்கிறோம். ஐ.சி.கள் இந்த வேஃபரில் தான் தயாரிக்கப்படுகின்றன.



(i)



(ii)

படம் 9.3

ii) எபிடாக்சியல் n லேயர் (Epitaxial n layer)

அடுத்தப்படியாக வெப்பப்படுத்தும் உலையில் வேஃபர் (wafer) வைக்கப்படுகிறது. இந்த வேஃபர்-ன் மீது ஒரு வாயுக்கலவையாக (gas mixture) சிலிக்கான் அணுக்களும், பெண்டா-வாலண்ட் அணுக்களும் (Pentavalent Atoms) செலுத்தப்படுகின்றன. இச்செயலானது மெல்லிய படலமாக (thin layer) nவகை குறைகடத்தியை வெப்படுத்தப்பட்ட சப்ஸ்டிரேடின் பரப்பில் ஏற்படுத்துகின்றது. இந்த மெல்லிய லேயரை எபிடாக்சியல் லேயர் (Epitaxial layer) என்கிறோம். இதன் தடிமன் 10 μm ஆகும். இந்த லேயரிலேயே முழுமையான இன்டக்ரேட்டட் சுற்றும் (IC) அமைக்கப்படுகிறது.

iii) இன்சுலேட்டிங் லேயர் (Insulating layer)

எபிடாக்சியல் லேயர் அசுத்தமாவதை (contamination) தடுக்க, ஒரு மெல்லிய Sio2 லேயரானது (1 μm தடிமன்) காட்டப்பட்டுள்ளது. இச்செயலை நிகழ்த்த சுத்தமான ஆக்ஸிஜன் வாயு எபிடாக்சியல்

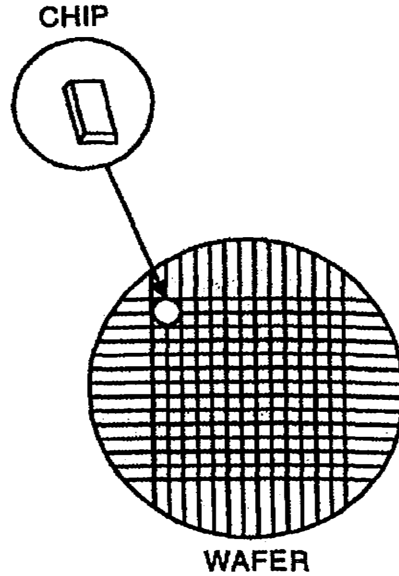
லேயரில் செலுத்தப்படுகிறது. இதில் ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள் சிலிக்கான் அணுக்களுடன் இணைந்து சிலிக்கான் டை ஆக்சைடை (SiO_2) ஏற்படுத்துகின்றது.

iv) உறுப்புகளைத் தயாரித்தல் (Producing components)

அடுத்ததாக, சப்ஸ்டிரேட்டில் உள்ள குறிப்பிட்ட இடங்களில் பொருத்தமான பொருட்களை உட்புகுத்த (diffusion) வேண்டும். இதனால் டயோடுகள், டிரான்சிஸ்டர்கள், மின்தடைகள், மின்தேக்கிகள் முதலிய உறுப்புகளை உருவாக்கமுடியும். படம் 9.5.ல் இதற்கான செயல்விளக்கம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

v) எட்சிங் (Etching)

சப்ஸ்டிரேடில் அசுத்தமான பொருட்கள் (Impurity) சேர்ப்பதற்கு முன் ஆக்சைடு லேயர் (SiO_2 layer) செதுக்கி (Etch) எடுக்கப்படுகிறது. இந்த செயல்பாட்டினால் எபிடாக்சியல் லேயரில் தேவையான உறுப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. மேலும் தேவையான ஆக்சைடு லேயரானது எட்சிங் செய்யப்பட்டு இணைப்பு கால்கள் (terminals) ஏற்படுத்தப்படுகின்றன.



படம் 9.4

vi) சிப்-கள் (Chips)

நடைமுறையில் வேஃபரானது பல எண்ணிக்கையிலான பகுதிகளாக பிரிக்கப்படுகின்றன. இது படம் 9.4.ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒவ்வொரு பகுதியும் தனித்தனி சிப் ஆகும். தயாரிப்பாளர்கள் நூற்றுக்கணக்கில் ஒரே வகையான ஐ.சி.களை ஒவ்வொரு பகுதியிலும் தயாரிக்கிறார்கள். இதில் ஒவ்வொரு ஐ.சி.யையும் தனியாக பிரிக்க கண்ணாடியை வெட்டுவது போல வேஃபர்-ஐ சிறிய சிப்களாக பிரிக்கிறார்கள். இதன் மூலம் ஒரு சிறிய வேஃபர்-ல் நூற்றுக்கணக்கான ஐ.சி.களை தயாரிக்க முடியும் என்பதை அறியலாம். மேலும் குறைந்த விலையில் அதிக எண்ணிக்கையிலான ஐ.சி.களை உருவாக்க முடியம்.

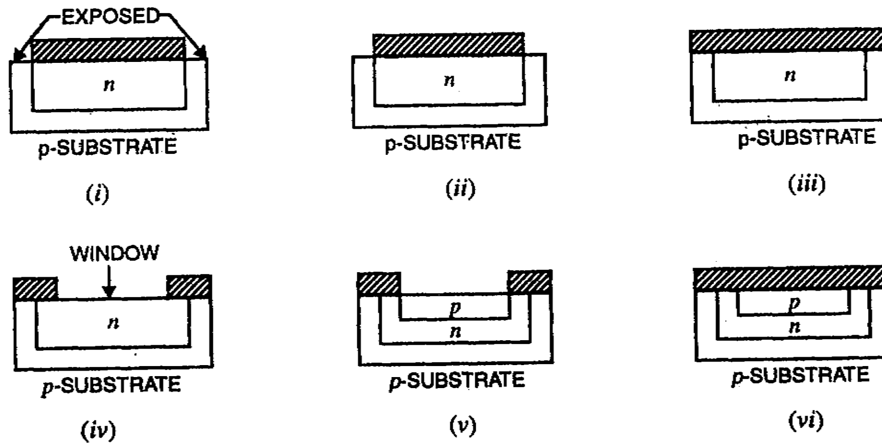
சிப்களை வெட்டியபிறகு ஐ.சி.க்கும், வெளிப்புற இணைப்புகளுக்கும் இடையே தொடர்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் சுற்றுப்புற அசுத்தத்தில் இருந்து தடுக்க தேவையான பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

9.5. மோனோலிதிக் ஐ.சி.யில் உறுப்புகளை அமைத்தல் (Fabrication of components on Monolithic IC)

ஒரு ஐ.சி.யில் பல்வேறு மின்சுற்று உறுப்புகள் பிரிக்கமுடியாதவாறு ஒருங்கிணைக்கப்பட்டு, ஒரு சிறிய அமைப்பில் (package) பொருத்தப்படுவதன் மூலம் முழுமையான மின்னணு செயல்பாட்டினை (Electronic function) தருவது அதன் முக்கிய பண்பாகும். இதற்கு மாறாக டிஸ்க்ரீட் முறையில் தனித்தனி உறுப்புகள் மின்கம்பிகள் (wires) மூலம் இணைக்கப்பட்டு செயல்படுகின்றன. ஒரு ஐ.சி. எவ்வாறு பல மின்சுற்று உறுப்புகளுடன் (உதாரணம்: டயோட்கள், டிரான்சிஸ்டர்கள், மின்தடைகள் முதலியன) அமைக்கப்படுகின்றன என்பதை இனி நாம் காண்போம்.

i) டயோடுகள் (Diodes)

சப்ஸ்டிரேடின் (substrate) மேல் பொருத்தமான இடத்தில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சிறிய n வகை அமைப்பை உட்புகுத்தி ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட டயோடுகளை வடிவமைக்கலாம். படம். 9.5ல் ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி.யின் சப்ஸ்டிரேட் பகுதியில் ஒரு டயோடு உருவாகுவது காட்டப்பட்டுள்ளது படம் 9.5. (i)ல் Sio2 லேயரின் ஒரு பகுதி செதுக்கி எடுக்கப்பட்டு, எபிடாக்சியல் லேயர் வெளிப்படுத்தப்படுவதை காட்டுகின்றது. அடுத்து ஒரு உலையில் (furnace)

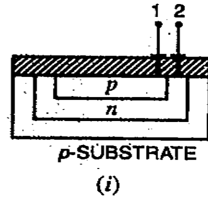


படம் 9.5

வேஃபரை வைத்து அதிலுள்ள எபிடாக்சியல் லேயரில் டிரைவாலண்ட் அணுக்கள் உட்புகுத்தப்படுகின்றன. இந்த டிரைவாலண்ட் அணுக்கள் எபிடாக்சியல் லேயரில் n-வகை குறைகடத்தியை p வகையாக மாற்றுகின்றது. இவ்வாறாக SiO_2 லேயருக்கு கீழே n-வகை பொருளை ஒரு தீவு (Island) போல பெறுகிறோம். இது படம் 9.5.(ii)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அடுத்து ஒரு முழு SiO_2 லேயரை பெற சுத்தமான ஆக்சிஜன் ஆனது வேஃபரின் மேல் செலுத்தப்படுகிறது. இது படம் (9.5) (iii)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. பிறகு இந்த லேயரின் நடுவில் ஒரு துளை (hole) செதுக்கப்படுகிறது. இதனால் n எபிடாக்சியல் லேயர் வெளிப்படுத்தப்படுகிறது.

(படம் 9.5. (iv) ஐ காண்க). SiO_2 லேயரில் உள்ள இந்த துளையானது (Window) எனப்படும். இப்போது Window வழியாக டிரைவாலண்ட் அணுக்களை செலுத்த வேண்டும். இதனால் எபிடாக்சியல் லேயரில் செலுத்தப்பட்ட டிரைவாலண்ட் அணுக்கள் P-வகை பொருளை ஒரு தீவு (Island) போல உருவாக்குகின்றது. இது படம் 9.5 (v)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. வேஃபர் மேலே



(i)

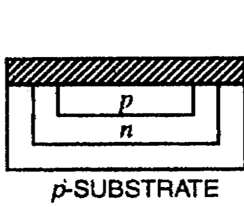


(ii)

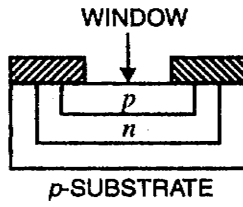
படம் 9.6

சுத்தமான ஆக்சிஜன் செலுத்தப்பட்டு SiO_2 லேயர் ஆனது மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது. (படம் 9.5 (vi) ஐ காண்க). இவ்வாறாக ஒரு Pn-ஜங்சன் டயோடு ஆனது. சப்ஸ்டிரேடில் உருவாக்கப்படுகிறது.

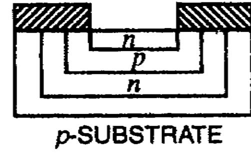
கடைசி படியாக முனைகளை (terminals) இணைக்க வேண்டும். இதற்காக SiO_2 ல் குறிப்பிட்ட பகுதியை செதுக்க (etch) வேண்டும். (படம் 9.6.(i)ஐ காண்க.



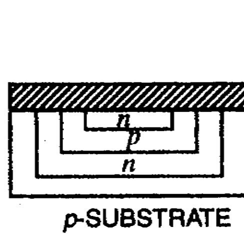
(i)



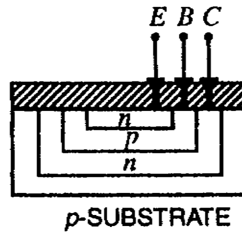
(ii)



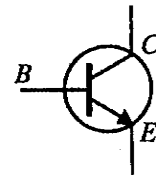
(iii)



(iv)



(v)



(vi)

படம் 9.7

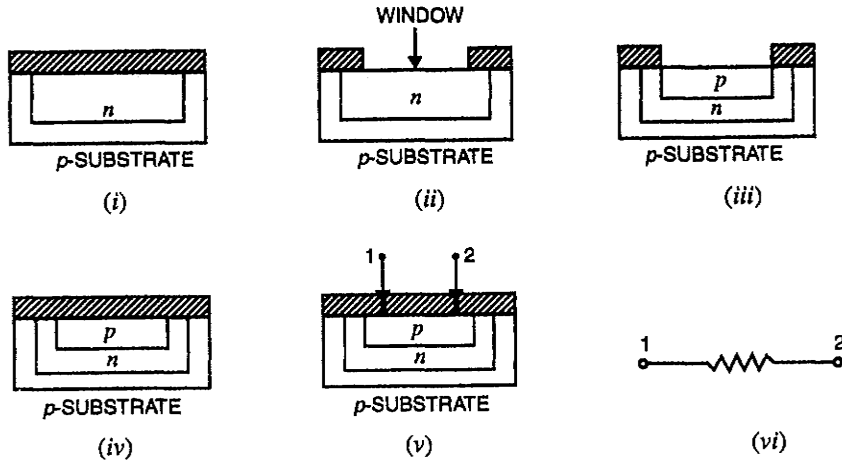
இந்த பகுதியில் உலோகத்தை பதியவைத்து, இண்டக்ரேட்டட் டயோடின் அனோட் மற்றும் கேதோட் முனைகளுக்கான மின் இணைப்பை தயார் செய்ய வேண்டும். படம் 9.6. (ii)ல் டயோடின் மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

ii) டிரான்சிஸ்டர்கள் (Transistors)

டயோடுகளை உருவாக்கிய கொள்கையின் அடிப்படையிலேயே டிரான்சிஸ்டர்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி.யின் சப்ஸ்டிரேடில் (Substrate) உள்ள

பகுதியின்மேல ஒரு டிரான்சிஸ்டர் உருவாக்கப்படுவதை படம் 9.7 காட்டுகின்றது. ஒரு டயோடு உருவாக்கப்பட்ட வழிமுறையிலேயே டிரான்சிஸ்டரும் உருவாக்கப்படுவதால் P-பகுதி தனித்தீவாக (Island) ஏற்பட்டபின்னர் உள்ள நிகழ்வுகளைக் காண்போம். (படம் 9.5 (vi) காண்க). படம் 9.7 (i) மீண்டும் கொடுக்கப்பட்டு அதற்கு பின் உள்ள நிகழ்வுகள் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் மீண்டும் படிப்பதை தவிர்க்கவே இதனை ஆரம்பமாக எடுத்துக் கொள்வோம்.

படம் 9.7.(ii)ல் P-எபிடாக்சியல் லேயரை வெளிப்படுத்தி SiO_2 லேயரின் நடுவே ஒரு விண்டோ (window) உருவாக்கப்படுவது காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்ததாக பென்டாவாலண்ட் அணுக்கள் விண்டோ வழியாக செலுத்தப்படுகின்றன. இந்த பென்டாவாலண்ட் அணுக்கள் எபிடாக்சியல் லேயரில் உட்புகுந்து n வகை பொருளை ஒரு தீவாக (island) உருவாக்குகின்றது. (படம் 9.7 (iii) ஐ காண்க). அடுத்து சுத்தமான ஆக்சிஜன் ஆனது வேஃபர்-ன் மேல் செலுத்தப்பட்டு SiO_2 லேயரானது மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது. (படம் 9.7 (iv) ஐ காண்க). படம் 9.7. (v)ல் காட்டியுள்ளபடி



படம் 9.8

SiO_2 லேயரில் உள்ள பொருத்தமான இடத்தை செதுக்கி (etch) உலோகங்களை பதிய வைத்து அதிலிருந்து இணைப்புகால்கள் (terminals) ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறாக இன்டக்ரேட்டட் டிரான்சிஸ்டரை பெறுகிறோம். படம் 9.7. (vi)ல் ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

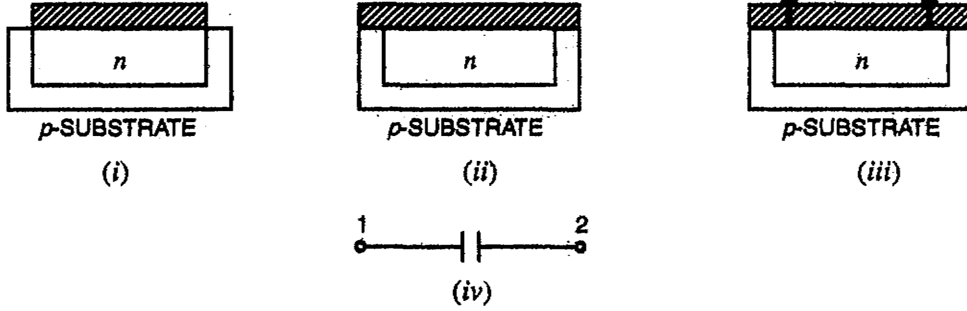
(iii) ரெசிஸ்டர்கள் (Resistors)

ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி.யில் உள்ள சப்ஸ்டிரேடின் ஒரு பகுதியில் எவ்வாறு மின்தடை (resistor) உருவாக்கப்படுகிறது என்பது படம் 9.8.ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு டயோடு உருவாக்கப்பட்ட வழிமுறையிலேயே மின்தடையும் உருவாக்கப்படுவதால் n-பகுதி தனித்தீவாக (Island) ஏற்பட்ட பின்னர் உள்ள நிகழ்வுகளைக் காண்போம். (படம் 9.5 (iii) காண்க). படம் 9.8. (i) மீண்டும் கொடுக்கப்பட்டு அதற்குபின் உள்ள நிகழ்வுகள் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் மீண்டும் படிப்பதை தவிர்க்கவே இதனை ஆரம்பமாக எடுத்துக்கொள்வோம்.

படம் 9.8. (ii)-ல் n-எபிடாக்சியல் லேயரை வெளிப்படுத்தி SiO_2 லேயரின் நடுவே ஒரு விண்டோ (window) உருவாக்கப்படுவது காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்து n-வகை பகுதியில் P-வகை பொருள்கள் உட்புகுத்தப்படுகின்றன. இது படம் 9.8. (iii) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. பிறகு சுத்தமான ஆக்சிஜன் ஆனது வேஃபரின் (wafer) மேல் செலுத்தப்பட்டு SiO_2 லேயரானது மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது. (படம் 9.8. (iv)ஐ காண்க).

இணைப்புகால்களை (terminals) ஏற்படுத்த 'P' பகுதியின் மேலே உள்ள SiO_2 லேயரில் இரண்டு புள்ளிகளை செதுக்கி (etch) உலோகத்தை அந்தப் பகுதியில் பதிய வைக்க (deposit) வேணடும். இது படம் 9.8. (v)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறாக இன்டக்ரேட்டட் மின்தடை பெறப்படுகின்றது. படம் 9.8. (vi)ல் மின்தடையின் மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

மின்தடையின் மதிப்பை நிர்ணயிப்பது அதில் பயன்படுத்தப்படும் பொருள், அதன் நீளம்



படம் 9.9

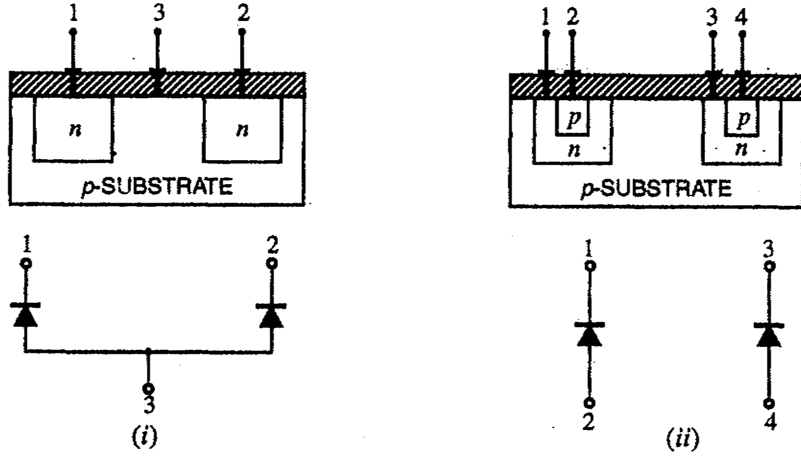
மற்றும் குறுக்கு வெட்டு பகுதியின் பரப்பளவாகும். அதிக தடையுள்ள மின்தடைகள் மிக நீளமாகவும் குறுகிய விட்டத்தையும் பெற்றுள்ளன. குறைந்த தடையுள்ள மின்தடைகள் நீளம் குறைவாகவும், அதிக விட்டத்தையும் பெற்றுள்ளன.

iv) *மின்தேக்கிகள்* (Capacitors)

படம் 9.9.ல் மோனோலிதிக் ஐ.சி.யில் ஒரு மின்தேக்கி உருவாக்கப்படும் வழிமுறை காட்டப்பட்டுள்ளது. இதம முதல்படியாக சப்ஸ்டிரேடின் உள்ளே n வகை பொருளானது உட்புகுத்தப்பட்டு, மின்தேக்கிக்கு தேவையான ஒரு தகடு (plate) உருவாக்கப்படுகிறது. இது படம் 9.9. (i) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்து சுத்தமான ஆக்சிஜன் ஆனது வேஃபரின் மேல் செலுத்தப்பட்டு SiO_2 லேயரானது மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது. (படம் 9.9. (ii)ஐ காண்க). இந்த SiO_2 லேயரானது மின்தேக்கியில் ஒரு கடத்தாப் பொருளாக (dielectric) செயல்படுகிறது. ஆக்சைடு லேயரானது செதுக்கப்பட்டு (etched) இணைப்புகால் 1 (terminal 1) ஏற்படுவது படம் 9.9. (iii) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்து SiO_2 லேயரின் மேல் உலோகத்திலான பெரிய முனை (electrode) பொருத்தப்பட்டு மின்தேக்கியின் இரண்டாவது தகடு உருவாக்கப்படுகிறது. ஆக்சைடு லேயரானது செதுக்கப்பட்டு இணைப்புகால் 2 (terminals) ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறாக இண்டக்ரேட்டட் மின்தேக்கி உருவாகின்றது. இந்த மின்தேக்கியின் மதிப்பை நிர்ணயிப்பது SiO_2 லேயரில் உள்ள கடத்தாப் பொருள், SiO_2 ன் தடிமன் மற்றும் சிறிய தகடின் குறுக்கு வெட்டு பரப்பு ஆகும்.

9.6. *எளிமையான மோனோலிதிக் ஐ.சி.கள்* (Simple Monolithic *ICs*)

ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி.யில் தனிப்பட்ட உறுப்புகள் சேர்க்கப்படும் வழிமுறைகளை இதுவரை அறிந்தோம். இனி பல்வேறு உறுப்புகளைக் கொண்ட மின்னணு சுற்று எவ்வாறு ஒரு ஐ.சி.யில் ஒன்றிணைக்கப்படுகின்றன என்பதை அறிவோம். ஒரு ஐ.சி.யின் மின்சுற்று அமைப்பு சிக்கலானதாக இருக்கும்போதிலும் அதன் முக்கிய செயல்பாடுகளான விண்டோக்களை செதுக்குதல் (Etching windows) P மற்றும் n பகுதிகளை உருவாக்குதல், மற்றும் உறுப்புகளை ஒன்றிணைத்தல் ஆகியவற்றை கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.



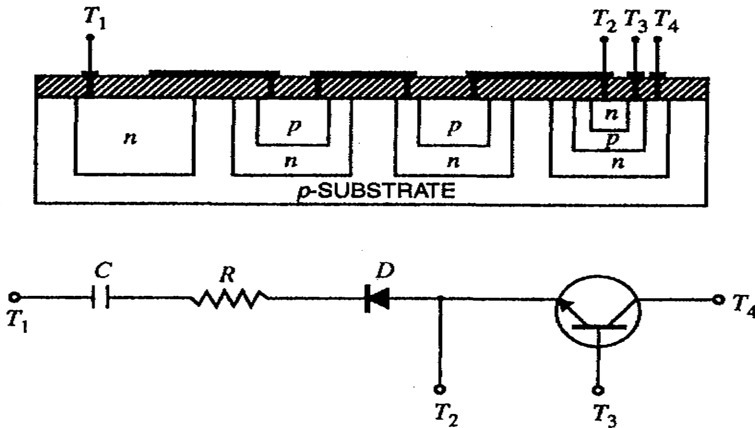
படம் 9.10

(i) இரண்டு டயோடு ஐ.சி. (Two-diode IC)

படம் 9.10.(i) ல் பொதுவான அனோடினை (Common Anode) உடைய இரண்டு-டயோடு ஐ.சி. காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்து படம் 9.10(ii)ல் தனிப்பட்ட அனோட்களை உடைய இரண்டு டயோடு ஐ.சி. காட்டப்பட்டுள்ளது.

இதில் இரண்டு முக்கிய குறிப்புகளை நினைவில் கொள்ள வேண்டும். முதலாவதாக, எந்த சுற்றும் தனிப்பட்ட நிலையில் ஒன்றிணைக்கப்படுவதில்லை (உதாரணமாக படம் 9.10(i) அல்லது 9.10 (ii) போன்ற சுற்றுகள்). சரியாக சொல்ல வேண்டுமானால் ஒரு வேஃபரில் (wafer) ஒரே நேரத்தில் நூற்றுக்கணக்கான ஒத்த சுற்றுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. பிறகு வேஃபர் ஆனது பல சிப்களாக (Chip) வெட்டப்பட்டு ஒவ்வொரு சிப்-ம் ஒரு மின்சுற்றாக பிரதிபலிக்கிறது. இதுவே குறைந்த விலையில் ஐ.சி.களைத் தயாரிக்க மின்னணு பொறியாளர்களை தூண்டுகிறது எனலாம். இதனாலேயே ஐ.சி.தயாரிக்கப்படும் தொழில்நுட்பம் மிகப்பெரிய வளர்ச்சியை அடைந்துள்ளது. இரண்டாவது, படம் 9.10ல் உள்ளது போல ஐ.சி.களின் சுற்றுகள் மிக எளிமையானதாக இருப்பதில்லை. பொதுவாக அவை மிக அதிக எண்ணிக்கையிலான உறுப்புகளை கொண்டுள்ளது.

(ii) மற்றுமொரு எளிமையான ஐ.சி. (Another Simple I.C)



படம் 9.11

படம் 9.11ல் மின்தேக்கி, மின்தடை, டயோட் மற்றும் டிரான்சிஸ்டர் போன்ற உறுப்புகளை தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்ட ஐ.சி. காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் அருகருகே உள்ள உறுப்புகளின் உலோக சேமிப்பை (Metal deposits) ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்கு நீட்டிக்க செய்து சுற்று எலிமென்ட்-களின் (Circuit element) உள் இணைப்புகள் முழுமையாக்கப்படுகின்றன.

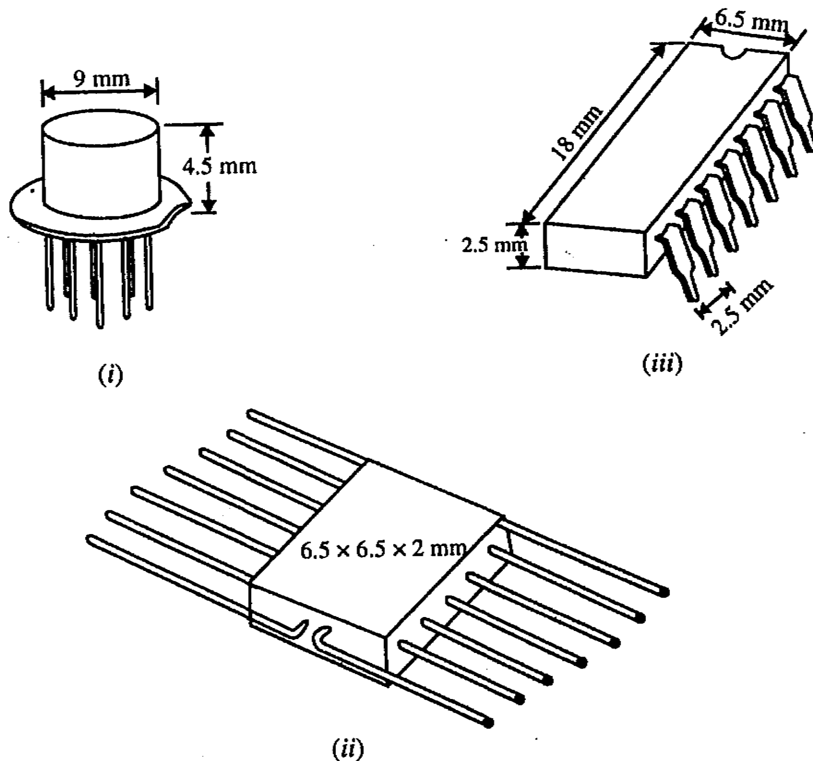
மேலும் இதல் குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்வாக P சப்ஸ்டிரேட் ஆனது இன்டக்ரேட்டட் உறுப்புகளைத் தனித்தனியாக பிரிக்கிறது. படம் 9.11 ல் காட்டியுள்ளபடி டிப்ளிசன் லேயரானது. P சப்ஸ்டிரேட்டிற்கும் மற்றும் நான்கு n தீவுகளுக்கும் (Islands) இடையே உள்ளது. மேலும் டிப்ளிசன் லேயரில் மின்னோட்டததை உண்டாக்கும் கேரியர்கள் இல்லாததால் இது கடத்தாப் பொருளாக செயல்பட்டு இன்டக்ரேட்டட் உறுப்புகளுக்கு இடையே பாதுகாப்பை ஏற்படுத்துகின்றது.

9.7 ஐ.சி. பேக்கிங்கள் (Ic Packings)

இன்ட்க்ரேட்டட் சுற்றுகளை சுற்றுப்புற சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப பாதுகாக்க பல்வேறு வகையான தொழில்நுட்ப முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதில் குறைகடத்தி உறுப்புகளில் உள்ளது போன்றே ஐ.சி பேக்கேஜ்-ல் இரண்டு முறைகள் உள்ளன. அவை.

i. ஹெர்மாடிக் (Hermatic) (உலோகம் அல்லது கண்ணாடியுடன் கூடிய செராமிக்)

ii. நான் ஹெர்மாடிக் (non hermatic) (பிளாஸ்டிக்)



படம் 9.12

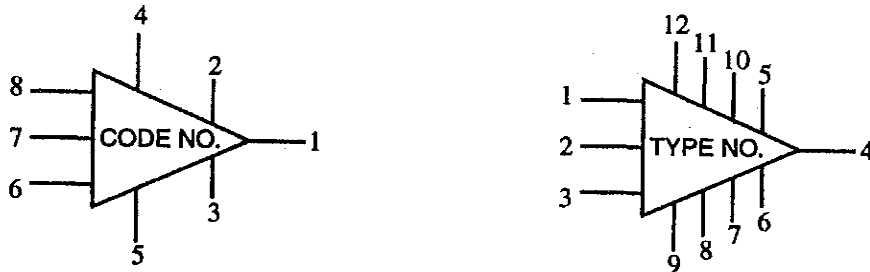
ஹெர்மாடிக் பேக்கேஜ்-ஐ விட பிளாஸ்டிக் பேக்கேஜ் ஆனது விலை மலிவாக உள்ளது. இருந்த போதிலும் பிளாஸ்டிக் ஆனது அதிக வெப்பத்திலும் ஈரப்பதத்திலும் திருப்திகரமாக செயல்படுவதில்லை. ஐ.சி.கள் விற்பனைக்கு வந்து பல ஆண்டுகள் சென்றுவிட்ட போதிலும் அதற்கான அளவுகோல் (Standard) தொடங்கியது சில ஆண்டுகளில் மட்டுமே. படம் 9.12 ல் மிகப்பிரபலமான ஐ.சி. பேக்கேஜ் முறைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

i) படம் 9.12 (i) ல் To-5 பேக்கேஜ் வகை காட்டப்பட்டுள்ளது. இது சிறிய சிக்னல் டிரான்சிஸ்டரின் அமைப்பு மற்றும் அளவை ஒத்துள்ளது. எனினும் இதில் 8, 10 அல்லது 12 பிக்டேய்ல் வகை (Pigtail type) முனைகளில் ஏதேனும் ஒன்று பயன்படுகின்றது. இந்தவகை பேக்கேஜ்களில் உள்ள முனைகள் மிக அருகாமையில் இருப்பதாலும், மின்சுற்று அச்சிடப்பட்ட பலகை (PCB) இருந்து பிரிப்பது கடினமாக உள்ளதாலும் இதனுடைய பயன்பாடு நாளடைவில் குறைந்துவிட்டது.

ii. படம் 9.12 (ii)ல் ஃபிளாட் பேக் கன்டெய்னர் வகை (flat pack container) காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒரு பக்கத்தில் ஏழு முனைகளும் மற்றொரு பக்கத்தில் ஏழு முனைகளும் ஆக மொத்தம் 14 முனைகள் உள்ளன.

iii. படம் 9.12(iii)ல் டுயல் இன் லைன் (Dual-in-line DIL) பேக் வகை காட்டப்பட்டுள்ளது. இது பக்கத்திற்கு ஏழு முனைகள் என இரண்டு பக்கத்தில் மொத்தம் 14 முனைகள் உள்ள ஒரு உதாரணமாகும். இந்த ஐ.சி யில் உள்ள முனைகள் (pins) 2.5 mm நீளமுடன் ஒரே நேர்கோட்டில் உள்ளது. இதை நேரடியாக நிலையான மின்சுற்று அச்சிடப்பட்ட பலகை (PCB) பொருத்த முடியும்.

9.8 ஐ.சி குறியீடுகள் (IC Symbols)



படம் 9.13

பொதுவாக ஐ.சி களுக்கு என்று திட்டமிட்ட குறியீடுகள் (Standard symbols) எதுவும் இல்லை. எனினும் கொடுக்கப்பட்டுள்ள படங்கள் ஒரு கட்டத்தையும், எண்ணிடப்பட்ட முனைகளையும் காட்டுகின்றது. ஆபரேஷனல் ஆம்பிளிபயர் அல்லது டிஜிட்டல் லாஜிக் கேட்களுக்கு என்று நியமிக்கப்பட்ட குறியீடுகள் உள்ளன. ஐ.சி களுக்கு பயன்படும் சில குறியீடுகள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 9.13 ல் ஒரு ஆர் எஃப் ஆம்பிளிபயரின் ஐ.சி காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் 3 டிரான்சிஸ்டர்களும் 3 மின்தடைகளும் மற்றும் 8 முனைகளும் உள்ளன. அதே போன்று படம் 9.14 ல் ஒரு ஆடியோ ஆம்பிளியரின் ஐ.சி காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் 6 டிரான்சிஸ்டர்கள் 2 டயோடுகள், 17 மின்தடைகள் மற்றும் 12 முனைகள் உள்ளன.

9.9 ஸ்கேல்ஆப் இன்டக்ரேஷன் (Scale of Integration)

ஒரு ஐ.சி சிப் ஆனது 1,00,000 க்கும் மேற்பட்ட குறைகடத்தி உறுப்புகளையும், பிற உறுப்புகளையும் கொண்டிருக்கலாம். ஒரு சிப் உள்ள உறுப்புகளின் சார்பு எண்ணிக்கையின் மூலம் "ஸ்கேல் ஆப் இன்டக்ரேஷன்" என்பதை அறிய முடியும். பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் ஆய்வு முறை கீழ்கண்ட அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

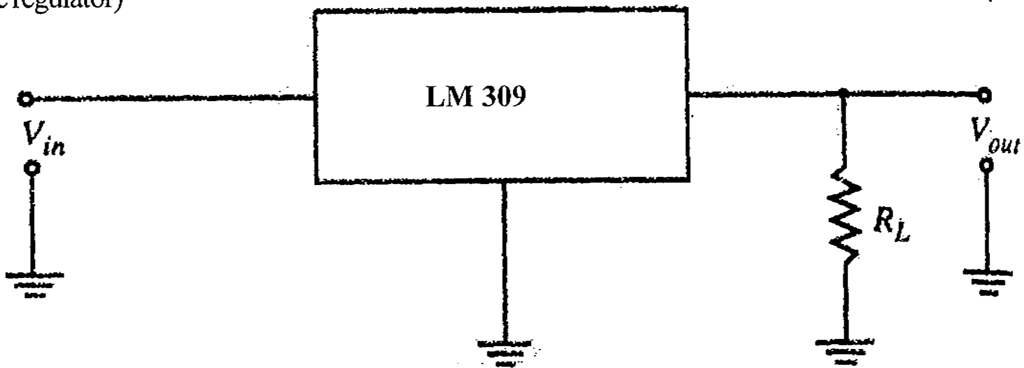
ஸ்கேல் ஆப் இன்டகரேஷன் (Scale of integration)	சுருக்கம் (Abbreviation)	உறுப்புகளின் எண்ணிக்கை (Number of Components)
சிறியது (Small)	SSI	1 முதல் 20
நடுத்தரம் (Medium)	MSI	20 முதல் 100
பெரியது (Large)	LSI	100 முதல் 1000
மிகப்பெரியது (very large)	VLSI	1000 முதல் 10,000
மிகமிகப்பெரியது (Super large)	SLSI	10,000 முதல் 100,000

SSI - Small scale Integration

9.10 ஐ.சி யை பயன்படுத்தும் சில சுற்றுகள் (Some circuits using ICS)

பொதுவாக ஐ.சி கள் எண்ணற்ற உறுப்புகளை ஒரு சிறிய குறை கடத்தி சிப்ல் கொண்டுள்ளதால் சற்று சிக்கலானதாகவே கருதப்படுகிறது. இருந்தபோதிலும் ஐ.சிகளை பயன்படுத்தும் சுற்றுகளை படிக்கும்போது அதன் வெளிப்புற இணைப்புகளை கவனிக்க வேண்டுமேயன்றி அதன் உட்புறத்தில் நிகழ்வதை அறிய தேவையில்லை.

i. ஐ.சியால் நிலை நிறுத்தப்பட்ட 5 வோல்ட் வோட்டேஜ் ரெகுலேட்டர் (IC Fixed 5 volt voltage regulator)



படம் 9.14

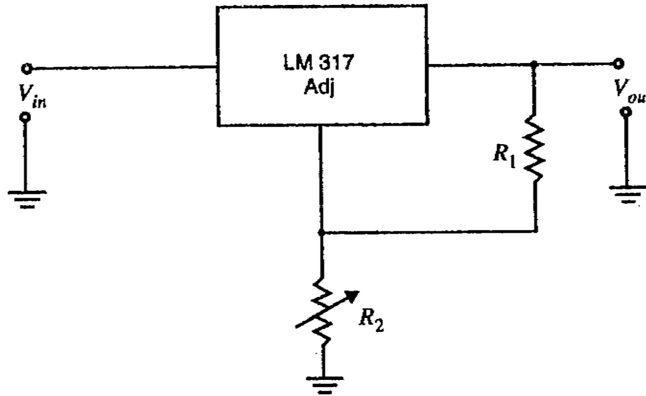
ஐ.சி வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் என்பது ஒரு உறுப்பாகும். இது டிசி பவர் சப்ளையாக செயல்பட்டு உள்ளீடு மின்னழுத்தம் மற்றும் லோடு மின்னோட்ட மாற்றங்களை நிலை நிறுத்த (hold) பயன்படுகிறது. உதாரணமாக LM 309 என்ற ஐ.சி நிலையான +5v டி.சி வெளியீட்டை வழங்குகின்றது.

இந்த ரெகுலேட்டரானது பெரும்பாலான டிஜிட்டல் சுற்றுகளில் பயன்படுகிறது. படம் 9.14-ல் LM 309 என்ற ஐ.சி பயன்படுத்தப்பட்ட வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த உறுப்பில் மூன்று முனைகள் உள்ளன. அவையாவன உள்ளீடு (Input) வெளியீடு (out put) மற்றும் தரையிடப்பட்ட (Ground) முனை ஆகும். இது நிலைப்படுத்தப்பட்ட 5 வோல்ட் மின்சாரத்தை வெளியீடு மற்றும் தரையிடப்பட்ட முனைகளுக்கு இடையே வழங்குகின்றது. இந்த ஐ.சியானது ஜினர் டயோட் பயன்படுத்தப்பட்ட ரெகுலேட்டரைவிட சிறப்பானதாகும். முதலாவதாக இது மிகவும் நுட்பமாக (accurate) செயல்படுகிறது. இரண்டாவதாக அதிக பளுவை ஏற்கும் உள்கட்டமைப்பு இதில் உள்ளது. மேலும் LM 309 ஆனது உயர் வெப்பத்திலிருந்து பாதுகாக்கும் தன்மையை பெற்றுள்ளது. எவ்வாறெனில் ஏதேனும் காரணத்தால் உட்புற வெப்பநிலை உயரும்போது இது தானாகவே வேலை செய்வதை நிறுத்தி பிறகு வெப்பநிலை குறைந்து சகஜ நிலையை அடைந்த பின் வேலை செய்ய தொடங்குகின்றது.

ii. ஐ.சி யால் திருத்திக் கொள்ளப்படும் வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் (Ic Adjustable voltage Regulator)

சில நேரங்களில் நாம் பயன்படுத்தும் வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர்களின் வெளியீட்டை தேவைக்கு ஏற்ப திருத்திக்கொள்ள (adjust) வேண்டியதிருக்கும். இதற்கு உதாரணமாக LM 317 என்ற வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் உள்ளது. இதன் அமைப்பு படம் 9.15 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் மாறும் மின்தடை R2 வின் மதிப்பை வேறுபடுத்துவதன் மூலம் வோல்டேஜ் ரெகுரேட்டரின் வெளியீட்டை திருத்தியமைக்கலாம். ஒரு LM 317 ரெகுலேட்டர் சுற்றின் டி.சி. வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தை கணக்கிட கீழ்கண்ட சமன்பாடு பயன்படுகின்றது.

Vout = 1.25 (R2/R1 +1)



படம் 9.15

உதாரணம்: ஒரு LM 317 வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டரில். மின்தடை R2 ஆனது 2.4 KΩ ஆக திருத்தப்பட்டுள்ளது. மின்தடை R1 ன் மதிப்பு 240 Ω ஆக இருந்தால் சுற்றின் ரெகுலேட்டட் டிசி வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தை காண்க.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. ஒரு IC பெற்றுள்ள அளவு ______________

அ) மிகப்பெரியது　　ஆ) பெரியது

இ) மிக சிறியது　　ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

2. பொது ICயை தயாரிக்க உதவும் பொருள் ______________

அ) சிலிக்கான்　　ஆ) ஜெர்மானியம்　　இ) காப்பர்　　ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

3. ______________ IC கள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படும் வகையாகும்.

அ) மெல்லிய ஃபிலிம்　　ஆ) மோனோலிதிக்

இ) ஹைபிரிட்　　ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

4. மிகவும் பிரபலமான IC பேக்கேஜ் வகை

அ) DIL　　ஆ) Flat pack

இ) TO-5　　ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

5. கீழ்க்கண்டவற்றில் எதை ICயில் உருவாக்க முடியாது

அ) டிரான்சிஸ்டர்　　ஆ) டயோடு

இ) ரெசிஸ்டர்　　ஈ) பெரிய இன்டக்டர் மற்றும் டிரான்ஸ்பார்மர்

6. ஒரு ஒலியலை பெருக்கியை உருவாக்க பயன்படுவது

அ) டிஜிட்டல் IC　　ஆ) லீனியர் IC

இ) டிஜிட்டல் மற்றும் லீனியர் IC　　ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

7. கீழ்க்கண்ட உறுப்புகளில் ICயில் உருவாக்க கடினமானது

அ) டயோடு　　ஆ) டிரான்சிஸ்டர்

இ) FET　　ஈ) கெப்பாசிடர்

8. கம்ப்யூட்டரில் பயன்படுத்தப்படும் IC ______________ ஆகும்.

அ) டிஜிட்டல்　　ஆ) லீனியர்

இ) டிஜிட்டல் மற்றும் லீனியர் இரண்டும்　　ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

9. ICகள் பயன்படுத்தப்படும் இடம் ______________

அ) லீனியர் சாதனங்களில் மட்டும்　　ஆ) டிஜிட்டல் சாதனங்களில் மட்டும்

இ) லீனியர் மற்றும் டிஜிட்டல் சாதனங்கள் இரண்டிலும்

ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

10. ஒரு சிலிக்கான் IC சிப்-ல் உள்ள டிரான்சிஸ்டர் ஆனது இன்டக்டருடன் ஒப்பிடும்போது _______________ எடுத்துக்கொள்கிறது.

அ) குறைந்த இடத்தை ஆ) அதிக இடத்தை

இ) சமமான இடத்தை ஈ) மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. IC விரிவாக்கு.
2. மிகவும் பிரபலமான IC வகையைக் கூறு.
3. ICயில் பயன்படுத்தப்படும் செயலாற்றும் உறுப்புகள் யாவை?
4. IC யில் பயன்படுத்தப்படும் பாசிவ் உறுப்புகள் யாவை?
5. ICயில் SiO_2 லேயரின் பயன் என்ன?

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. இன்டக்ரேட்டட் சுற்று என்பது என்ன?
2. ICயின் நன்மைகளைக் கூறு.
3. ICயின் தீமைகளைக் கூறு.
4. 'ஸ்கேல் ஆப் இன்டக்ரேஷன்' என்பது என்ன?
5. IC விலை மலிவாக கிடைப்பதற்கு காரணம் என்ன?

பகுதி இ

IV. கீழ்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. குறிப்பு வரைக : IC பேக்கேஜ்
2. குறிப்பு வரைக : IC குறியீடுகள் (Symbols)
3. நிலைப்படுத்தப்பட்ட 5 வோல்ட் IC வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டரின் மின்சுற்று வரைந்து விளக்கு.
4. குறிப்பு வரைக : எபிடாக்சியல் லேயர்.
5. சப்ஸ்டிரேட் என்றால் என்ன? P சப்ஸ்டிரேட்-ஐ விளக்கு.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. மோனோலிதிக் IC-யில் டயோடுகள் மற்றும் டிரான்சிஸ்டர்கள் உருவாக்கப்படும் முறைகளை படத்துடன் விவரி.
2. மோனோலிதிக் IC-யில் ரெசிஸ்டர் மற்றும் கெப்பாசிடர் உருவாக்கப்படும் முறைகளை படத்துடன் விவரி.
3. மோனோலிதிக் ஐ.சி. உண்டாகும் வழிமுறைகளை படத்துடன் விரிவாக விளக்கு.

விடைகள்

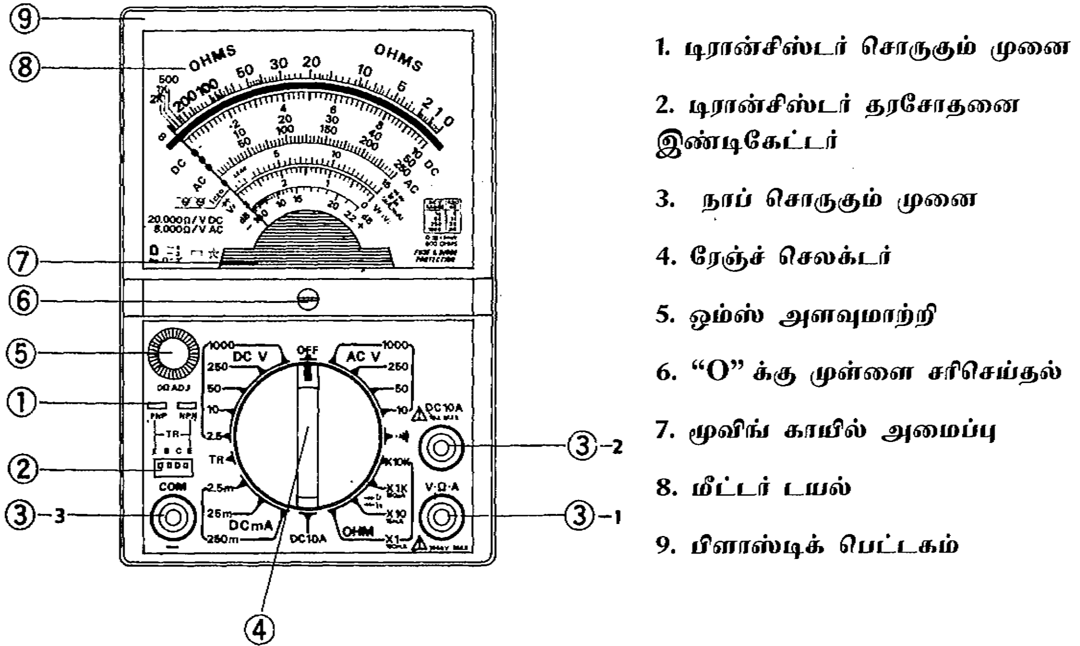
1 (இ)	2 (அ)	3 (ஆ)	4 (ஆ)	5 (ஈ)
6 (ஆ)	7 (ஈ)	8 (அ)	9 (இ)	10 (அ)

10. மின்னணு அளவைக் கருவிகள் (Electronic Measuring Instruments)

10.1. மல்டிமீட்டர் - அறிமுகம்

மல்டிமீட்டர் என்பது மின்தடை, மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றை அளவிட பயன்படும் ஓர் மின்னணுவியல் சாதனமாகும். இதனைக் கொண்டு D.C. மற்றும் A.C. மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றை அளக்கலாம். இது அளப்பான் கருவிகளில் மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கக்கூடியது. இது பல அளவீடுகளை அளக்க உதவுவதுடன், விலை மலிவாக கிடைப்பது இதன் சிறப்பம்சமாகும்.

கட்டமைப்பு



படம் 10.1.

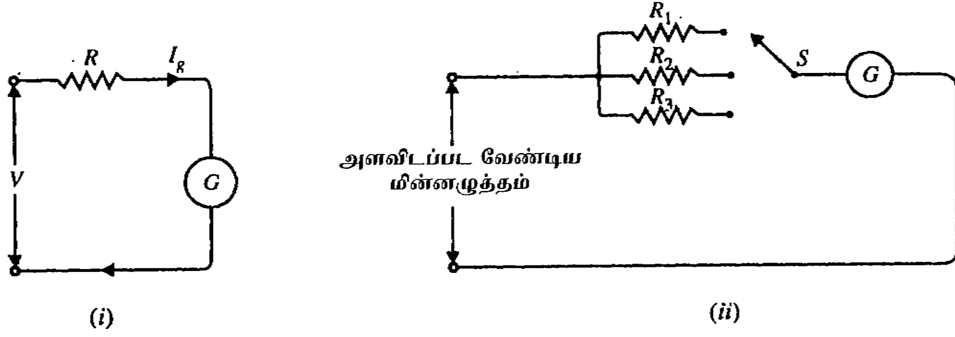
மல்டிமீட்டரானது ஒரு சாதாரண மூவிங்காயில் – கால்வனோமீட்டர் போன்ற அமைப்பாகும். இதில் காயிலானது மிக எளிதாக சுழலும் தன்மை கொண்ட பேரிங் மூலம் அமைக்கப்பட்டு, அதன் மொத்த அமைப்பும் ஓர் நிலையான காந்த துருவங்களுக்கிடையே வைக்கப்பட்டிருக்கும். காயிலோடு அளவீடை காட்டும் முள் ஒன்று பிணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

செயல்பாடுகள்

ஓர் மல்டிமீட்டரானது மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் மற்றும் மின்தடைகள் ஆகியவற்றை அளவிட, அதற்கேற்ற சில சரியான சுற்றுகளானது கால்வனோ மீட்டரோடு உருவாக்கப்பட வேண்டும். மல்டிமீட்டர்களில் கால்வனோ மீட்டரானது, சாதாரண கால்வனோ மீட்டர் போல் இல்லாமல், அதன் முள் இடது முனையில் பூஜ்யத்தை காட்டுவதாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

அ. மல்டிமீட்டர் - வோல்ட் மீட்டராக

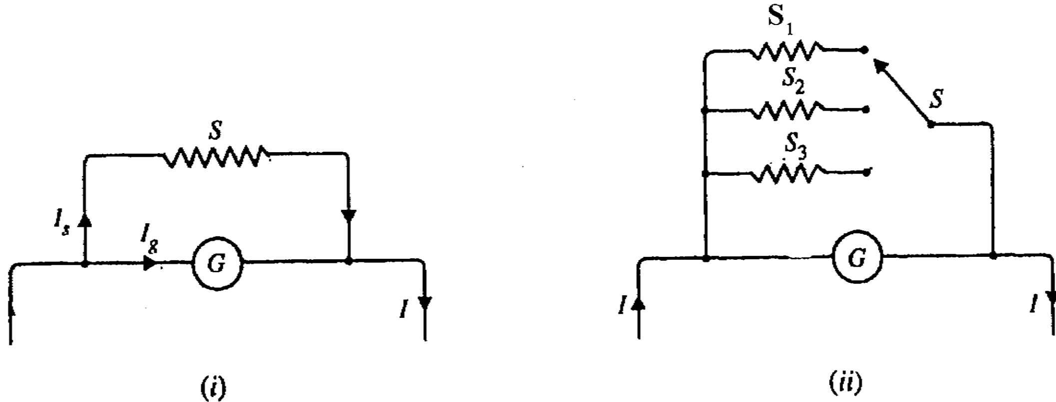
கால்வனோ மீட்டரோடு உயர்மின்தடை ஒன்றை தொடர் இணைப்பில் இணைத்தால், அது வோல்மீட்டராக செயல்படும்.



படம் 10.2

படம் 10.2. ஆனது உயர் மின்தடை ஒன்று கால்வனோ மீட்டரோடு (G) தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருப்பதாக காட்டுகிறது. Ig என்பது முழு அளவீட்டை காட்டக்கூடிய மின்னோட்டம் என்றால், இந்நிலையில் கால்வனோ மீட்டரானது வோல்ட் மீட்டராக (0-V) செயல்படும்.

மல்டிமீட்டர் - அம்மீட்டராக

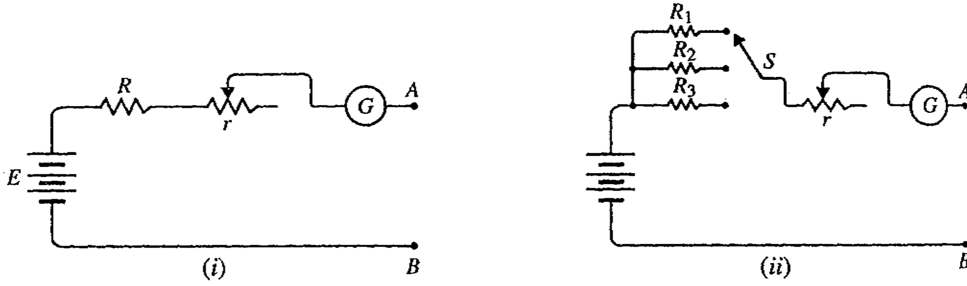


படம் 10.3.

கால்வனோ மீட்டரோடு குறைந்த அளவு மின்தடை ஒன்று பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டால், அது ஓர் அம்மீட்டராக செயல்படும். படம் 10.3 குறைந்த அளவு மின்தடை S (ஷண்ட் மின்தடை) பக்க இணைப்பாக கால்வனோ மீட்டரோடு இணைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காட்டுகிறது. Ig முழு அளவீட்டைத் தரும் மின்னோட்டம் என்றால், தற்போது கால்வனோ மீட்டரானது ஓர் அம்மீட்டராக செயல்படும்.

மல்டிமீட்டர் - ஓம் மீட்டராக

படம் 10.4.ஓம் மீட்டர் சுற்றைக் காட்டுகிறது. மல்டிமீட்டரினுள் ஓர் பேட்டரியானது அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஓர் மதிப்பு மாறா மின்தடையும், மதிப்பு மாறும் மின்தடை ஒன்றும் தொடர் இணைப்பாக பேட்டரியுடனும், கால்வனோ மீட்டருடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 10.4.

மதிப்பு மாறா மின்தடையானது (R) மின்னோட்டத்தை குறிப்பிட்ட அளவில் தடுக்கவும், மதிப்பு மாறும் மின்தடை (அ) அளவீட்டில் பூஜ்ய அளவீட்டிற்கு சரி செய்யவும் பயன்படுகிறது. அளவிடப்படும் மின்தடையானது முனை A மற்றும் Bக்கு இடையே தரப்படுகிறது. இந்நிலையில் இச்சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டமானது A மற்றும் B முனைகளுக்கிடையே இணைக்கப்படும் மின்தடையின் அளவைப் பொருத்து அமையும். ஓம்மீட்டர் அளவீட்டு கோலானது ஓம்ஸ் அளவில் தரப்பட்டிருக்கும். இந்த ஓம்மீட்டர் மூலம் பல அளவீட்டு மின்தடைகளை அளக்கலாம்.

பொதுவாக மல்டிமீட்டரை ஓம் மீட்டராக பயன்படுத்தும் முன்னர், முனை A மற்றும் Bயை ஒன்றோடு ஒன்று தொடச் செய்து (Shorted) முள்ளானது அளவு கோளில் முழு அளவு விலக்கம் காட்டுமாறு செய்யப்பட வேண்டும். இந்நிலையில் மின்தடை அளவானது பூஜ்யமாக இருக்கும். தற்போது அளவிடப்பட வேண்டிய மின்தடைகளை முனை A மற்றும் B க்கு இடையே இணைத்து அதன் மதிப்புகளை அறியலாம்.

மல்டிமீட்டரின் பயன்கள்

மல்டிமீட்டர் மின்னணு சுற்றுகளில் பல அளவீடுகளை எளிமையாக அளக்க பயன்படும் ஓர் முக்கிய மின்னணுவியல் கருவியாகும். இது கீழ்க்காணும் செயல்பாட்டிற்கு பயன்படுகிறது.

1. சுற்றின் தொடர்ச்சியை சோதிக்க உதவுகிறது. இதை ஓம் மீட்டர் அளவீட்டில் வைத்து பரிசோதிக்க வேண்டும்.
2. DC மின்னோட்டத்தை அளக்கப் பயன்படுகிறது.
3. மின்னணு சுற்றில் DC மின்னழுத்தத்தை அளக்கப் பயன்படுகிறது.
4. பவர் டிரான்ஸ்பார்மரில் AC மின்னழுத்தத்தை அளக்கப் பயன்படுகிறது.
5. திறந்த சுற்று, குறைச் சுற்று போன்றவற்றை கண்டுபிடிக்கவும் பயன்படுகிறது.

10.2. கேத்தோடு-ரே-ஆசிலாஸ்கோப் சி.ஆர்ஓ. (CATHODE RAY OSCILLOSCOPE)

கேத்தோடு-ரே-ஆசிலாஸ்கோப், சி.ஆர்ஓ. (C.R.O.) என சுருக்கமாக அழைக்கப்படுகிறது. இக்கருவியில் திரையில் அலைவடிவங்களை (Waveforms) கண்ணால் காணலாம்.

C.R.O. வின் பயன்கள்

1. காலத்திற்கேற்றவாறு மாறும் (Time Varying) அலைவடிவங்களை காணபயன்படுகிறது.
2. ஒரு டிவி.ரிசீவரின் அனைத்துப் பகுதிகளையும் அலைன் செய்யப் பயன்படுகிறது.

3. சிக்னல் மின்னழுத்தம் கண்டறியலாம்.

4. டிவி. ரிசீவரின் பழுதினை நீக்கப் பயன்படுகின்றது.

5. சிக்னல் அதிர்வெண்ணைக் கண்டறியலாம்.

6. VCR, VCP, DVD பிளேயர் போன்ற சாதனங்களை பழுது நீக்கப் பயன்படுகிறது.

7. Phase Shift-ஐக் கண்டறியலாம்.

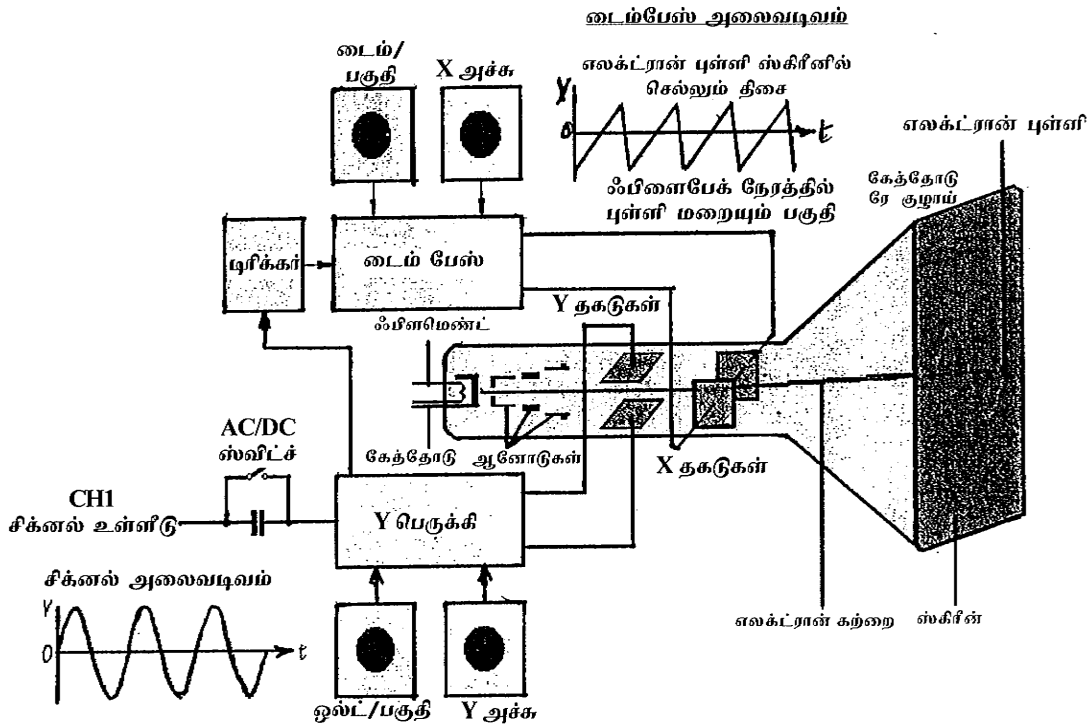
சி.ஆர்.ஓ. வேலை செய்யும் விதம்

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள எளிய கட்டப்படம் மூலம் சி.ஆர்.ஓ. எவ்வாறு வேலை செய்கிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

சி.ஆர்.ஓ. கட்டப்படம்

டிவி.யைப் போலவே இதிலும் கேத்தோடு ரே டியூப் தான் திரையாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் முற்றிலும் காற்று நீக்கப்பட்டு வெற்றிடமாக இருக்கும்.

மின்னிழையால் கேத்தோடு சூடுபடுத்தப்படுகிறது. கேத்தோடிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் தொகுப்பாக வெளிவருகின்றன. இவை எலக்ட்ரான் கற்றை எனப்படுகிறது. எலக்ட்ரான் கற்றையை முதல் கிரிட் (ஆனோடு) கட்டுப்படுத்துகிறது. இரண்டாவது கிரிட் அதன் வேகத்தை முடுக்குகிறது. மூன்றாவது கிரிட் திரையின் மையத்தில் குவிக்கிறது.



படம் 10.5. சி.ஆர்.ஓ. கட்டப்படம்

மூன்றாவது கிரிட்டிற்கு அடுத்து இரண்டு ஜோடி தட்டுக்கள் உள்ளன. அவை X மற்றும் Y தட்டுக்கள் (Horizontal and Vertical deflection Plates) என அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தால், எலக்ட்ரான் கற்றைகளை வளைக்கவும், திருப்பவும் முடிகிறது. இம்முறை எலக்ட்ரோஸ்டாடிக் டிஃப்ளக்ஷன் எனப்படுகிறது.

X தட்டுக்கள் டைம் பேஸ் என்னும் சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுற்று ரம்பப்பல் அலையை உருவாக்குகிறது. இவ்வலை திரையின் மையத்தில் விழும் வெளிச்சபுள்ளியை இடம் வலமாக நகரச் செய்கிறது. இது திரையின் X அச்சு ஆகும்.

Y பெருக்கியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள Y தட்டு புள்ளியை மேலிருந்து கீழாக நகரச் செய்கிறது. இது திரையின் Y அச்சு ஆகும்.

பார்க்க வேண்டிய அலையை உள்ளீட்டில் கொடுக்க வேண்டும். ac/dc சுவிட்ச் OFF நிலையில் இருக்க வேண்டும். அலை, மின்தேக்கி வழியே Y பெருக்கியால் பெருக்கப்பட்டு Y தட்டுக்களுக்கு கொடுக்கப்படுகிறது.

Y பெருக்கியின் சக்தி Votts / Div என்ற கண்ட்ரோல் உதவி கொண்டு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் திரையில் தெரியும் அலையை சிறிதாகவோ பெரிதாகவோ காணலாம்.

டிரிக்கர்சுற்று, டைம்பேஸ் அலையை தாமதமாகக் கொடுப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. இதனால் பார்க்க வேண்டிய அலையை நிலையாகப் பார்த்து (பார்க்க வேண்டிய அலை நகர்ந்து கொண்டே இருப்பதால்) அதிர்வெண் அலைநீளம் மற்றும் வீச்சின் அளவை அளக்கலாம்.

10.3. சிக்னல் ஜெனரேட்டர்

இது ஆடியோ அதிர்வெண் (AF) மற்றும் ரேடியோ அதிர்வெண் (RF) அலைகளை உண்டாக்குகிற ஒரு கருவி ஆகும். இதனால் AF மற்றும் RF சிக்னல் ஜெனரேட்டர் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

பயன்கள்

1. ரிசீவர்களில் உள்ள ஆடியோ நிலைகளைச் சோதிக்கலாம்.
2. RF நிலை மற்றும் IF நிலைகளைச் சோதிக்கலாம்.

சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் கட்டப்படம் மற்றும் விளக்கம்

இது ஒரு சிறிய அளவிலான ஏ.எம்.பரப்பியின் சுற்றைப் போன்றதாகும்.

RF ஆசிலேட்டர்

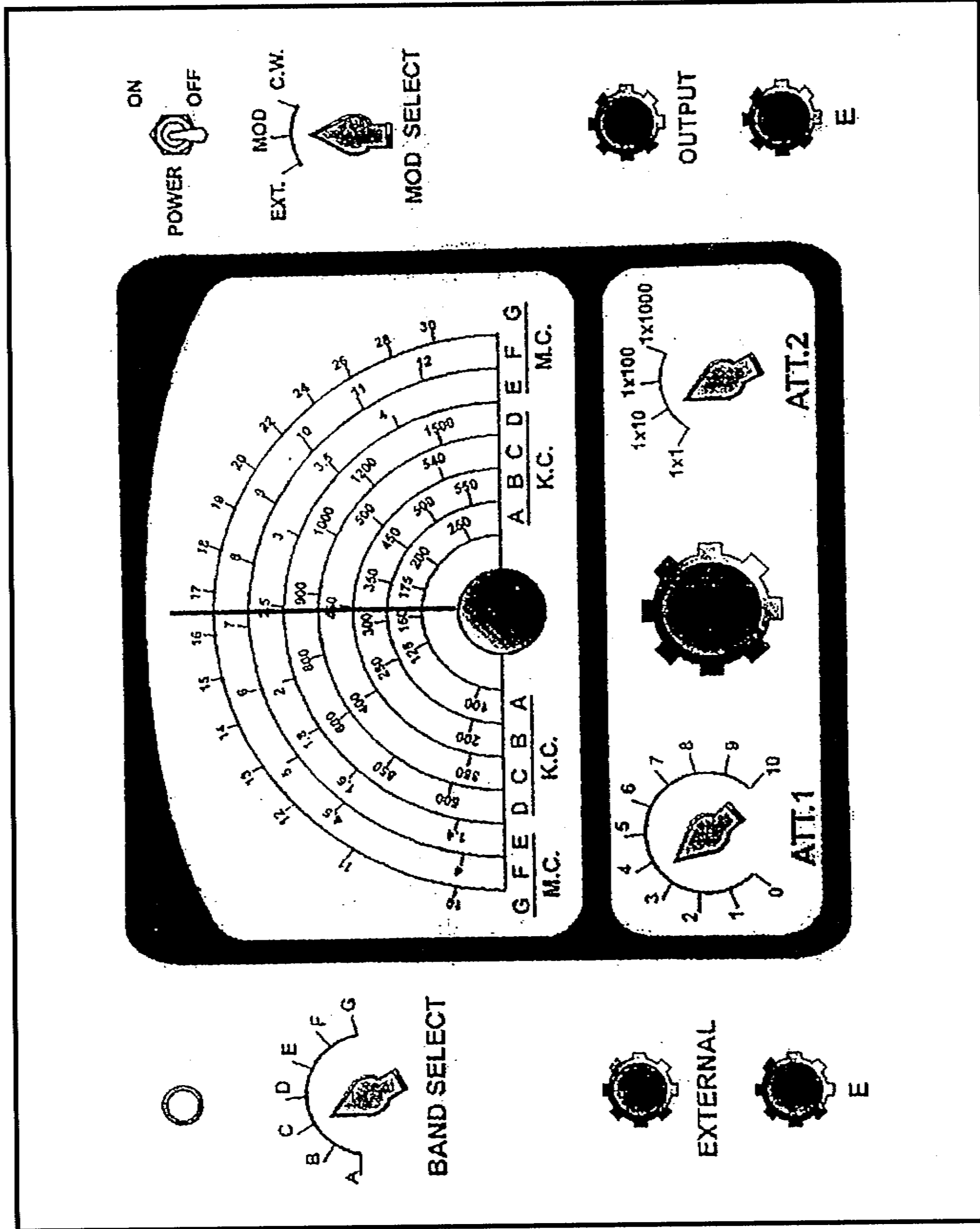
இப்பகுதி நிலையான ஆர் எஃப் அலைகளை உருவாக்குகிறது. இவ்வலை ஊர்தி அலை எனப்படுகிறது. இதன் அதிர்வெண்ணை C_G என்ற மின்தேக்கி மூலம் மாற்றிக் கொள்ளலாம்.

RF பெருக்கி

இது ஆர் எஃப் அலைகளைப் பெருக்குகிறது.

RF ஆசிலேட்டர்

இது இரைச்சல் இல்லாத ஆடியோ அலையை உருவாக்குகிறது.



படம் 10.6.

AF பெருக்கி

இது AF அலைகளைப் பெருக்குகிறது. இதிலிருந்து ஏ எஃப் அவுட் என்னும் சாக்கெட் மூலம் ஏ எஃப் அலைகளை எடுத்து ஆடியோ நிலைகளைச் சோதிக்கலாம். இவ்வகைகளின் சக்தியைக் கூட்ட குறைக்க ஒரு பொட்டன்ஷியோமீட்டர் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

AM பண்பேற்றப்பகுதி

இங்கு ஒலியலைகள் வீச்சுப் பண்பேற்றம் செய்யப்படுகிறது.

RF பெருக்கி

இது பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட அலைகளை விரிவாக்கி RF வெளியீட்டில் கொடுக்கிறது. இவ்வலைகளைப் பயன்படுத்தி ரேடியோ ரிசீவர்களில் RF மற்றும் IF பகுதிகளைச் சோதிக்கலாம்.

இவ்வலைகளின் சக்தியைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ ஒரு பொட்டன்ஷியோ மீட்டர் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் வெளிப்புற அமைப்பு மற்றும் பயன்படுத்தும் விதம்

1. ON/OFF சுவிட்ச்

இது ஜெனரேட்டரை ஆன் அல்லது ஆஃப் செய்யப்பயன்படுகிறது.

2. நிலை தேர்ந்தெடுப்பான் (Mode Selector)

இது ஒரு மூன்று நிலை தேர்ந்தெடுக்கும் சுவிட்ச் ஆகும். ஊர்தி அலை அல்லது பண்பேற்றப்பட்ட அலை அல்லது ஆடியோ அலையைத் தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. எந்த அலையைத் தேர்ந்தெடுக்கிறோமோ அது, வெளியீட்டில் கிடைக்கும்.

3. பேண்ட் தேர்ந்தெடுப்பான் (Band Selector)

இது அளவுகோலில் உள்ள தேவையான பேண்ட்களை தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது ரேஞ்ச் செலக்டர் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. ரேடியோ ரிசீவரில் வெவ்வேறு பேண்ட்களை சோதிக்க இதனைத் தேர்ந்தெடுத்துத் சோதிக்க வேண்டும்.

4. அதிர்வெண் தேர்ந்தெடுப்பான் (Frequency Selector)

தேவையான அதிர்வெண்களைத் தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. இதற்கு வேறுபடும் மின்தேக்கி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

5. சக்தி கட்டுப்பாடுகள் (Gain Controls)

RF மற்றும் ஆடியோ அலைகளின் சக்தியைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன. இதற்கு பொட்டன்ஷியோ மீட்டர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

6. வெளியீட்டு முனை

நிலை தேர்ந்தெடுப்பான் மூலம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அலை இம்முனையில் கிடைக்கும். இம்முனையில், கோ-ஆக்சியல் கேபிளை இணைத்து ரேடியோ ரிசீவர்களைச் சோதிக்கலாம்.

10.4. பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டர்

டிவி. ரிசீவர்களை அலைன் செய்வதற்கும் சர்வீஸ் செய்வதற்கும் இவ்வகை ஜெனரேட்டர் பயன்படுகிறது. அதற்கு இச்சாதனம் பல வடிவங்களையும் ஒலியையும் உருவாக்குகிறது.

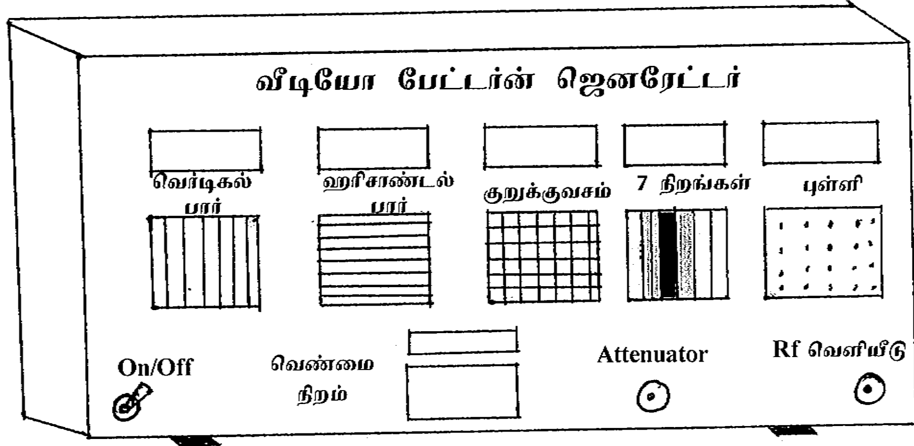
பயன்கள்

1. ஒளிபரப்பில்லாத சமயங்களில் டிவி. ரிசீவரை சர்வீஸ் செய்யப் பயன்படுகிறது.
2. டிவி. ரிசீவர்களின் அனைத்துப் பகுதிகளையும் அலைன் செய்யப்பயன்படுகிறது.

பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டரின் உட்கட்டமைப்புப் படம் மற்றும் விளக்கம்

வீடியோ பேட்டர்ன் ஆசிலேட்டர்

இப்பகுதி பல விதமான படவடிவங்களை உருவாக்குகிறது. இப்பகுதியில் தேவையான படவடிவத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கும் சுவிட்ச் உள்ளது.



படம் 10.7

சிங்க் பல்ஸ் ஜெனரேட்டர்

இங்கு ஹரிசாண்டல் சிங்க் மற்றும் பிளாங்கின் அலைகள் மற்றும் வெர்டிகல் சிங்க் மற்றும் பிளாங்கிங் அலைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. சிங்க் அலைகள் நிலையான படவடிவத்தைத் தர உதவுகிறது. பிளாங்கிங் அலைகள் ரீட்ரேஸ் எனப்படும் தேவையற்ற திரும்பும் கோடுகளை மறைக்க உதவுகிறது.

இவ்வலைகள் படவடிவ அலைகளுடன் கலக்கப்படுகிறது. கலக்கப்பட்டவுடன் அவை கூட்டுப்பட அலை (Composite Video Signal) என அழைக்கப்படுகிறது.

கூட்டுப்பட அலை பெருக்கி

கூட்டுப்பட அலையைப் பெருக்குகிறது.

AM மாடுலேட்டர்

கூட்டுப்பட அலையை வீச்சுப் பண்பேற்றம் செய்கிறது.

1 KHZ டோன் ஜெனரேட்டர் (Tone Generator)

இப்பகுதி 1 KHZ அதிர்வெண் மதிப்புள்ள AF அலையை உருவாக்குகிறது.

FM மாடுலேட்டர்

AF அலை, அதிர்வெண் பண்பேற்றம் செய்யப்படுகிறது.

சேர்க்கும் பகுதி

AM மற்றும் FM அலைகளை சேனல் (பெரும்பாலும் 4வது சேனல் 61-68MHZ) அதிர்வெண்ணிற்கு மாற்றப்பட்டு RF out வழியே வெளியே எடுக்கப்படுகிறது.

RF Out

இதிலிருந்து கோ - ஆக்சியல் கேபிள் மூலம் டிவி. ரிசீவருக்கு இணைப்புக் கொடுத்து டிவி.யை அலைன் செய்யலாம்.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. ஒரு மல்டிமீட்டரின் உணர்திறனை குறிப்பது ________ .

அ. Ω ஆ. ஆம்பியர் இ. KΩ/v ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

2. இரண்டு மல்டிமீட்டர்கள் மற்றும் உணர்திறன் முறையே 10 KΩ/v, 30KΩ/v இதில் எதன் திறன் அதிகம்?

அ. A ஆ. B இ. C ஈ. D

3. மின்னழுத்தத்தை துல்லியமாக அளவிட உதவுவது ________ .

அ. வோல்ட்மீட்டர் ஆ. மல்டிமீட்டர் இ. CRO ஈ. எதுவுமில்லை

4. ஒரு CRO ________ ஐ அளவிட உதவுகின்றது

அ. மின்னழுத்தம் ஆ. அதிர்வெண் இ. ஃபேஸ் ஈ. மேற்கண்ட அனைத்தும்

5. மல்டிமீட்டரின் வேறு பெயர்

அ. அம்மீட்டர் ஆ. வோல்ட் மீட்டர் இ. ஓம் மீட்டர் ஈ. AVO மீட்டர்

6. மல்டிமீட்டரின் வேறு பெயர்

அ. மின்தடை ஆ. டயோடு இ. டிரான்சிஸ்டர் ஈ. ஐ.சி.

7. சிக்னல் ஜெனரேட்டரில் அலைகளை உருவாக்கும் பகுதி

அ. ஆசிலேட்டர் ஆ. RF பெருக்கி இ. IF பெருக்கி ஈ. பண்பேற்றி

8. சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் அதிர்வெண் எல்லையாது

அ. 100 Hz முதல் 10 MHz ஆ. 100 KHz முதல் 30 MHz
இ. 10 Hz முதல் 10 MHz ஈ. 10 Hz முதல் 300 MHz

9. பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டர் எந்த வகை சாதனங்களை சோதிக்க உதவுகின்றது?

அ. வானொலி ஆ. தொலைக்காட்சி
இ. வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி ஈ. எதுவுமில்லை

10. CRT டியூபின் உள்ளே பூசப்படும் பொருள் என்ன?

அ. கார்பன் ஆ. சல்பர் இ. சிலிக்கான் ஈ. பாஸ்பர்

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. மல்டிமீட்டர் என்றால் என்ன?

2. மல்டிமீட்டரின் ஏதேனும் ஒரு நன்மையைக் கூறு.

3. மல்டிமீட்டரின் வகைகள் யாவை?

4. விரிவாக்கு CRO

5. CRO வில் உள்ள டிரிக்கர் சுற்றின் வேலை என்ன?

6. CRO வின் வெளியீட்டில் எந்த வகை ஒயர் பயன்படுகிறது?

7. சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் ஏதேனும் ஒரு நன்மையைக் கூறு.

8. சிக்னல் ஜெனரேட்டரில் எத்தனை பேண்ட் செலக்டர்கள் உள்ளன?

9. பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டர் எங்கு பயன்படுகிறது?

10. டோன் ஜெனரேட்டர் என்றால் என்ன,

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. மல்டிமீட்டரில் என்ன விதமான அளவுகளை மதிப்பிடலாம்?

2. மல்டிமீட்டரின் பயன்பாட்டினை விளக்கு.

3. CROவின் ஏதேனும் நான்கு பயன்களை கூறு.

4. CRT என்றால் என்ன?

5. சிக்னல் ஜெனரேட்டரில் நிலை தேர்ந்தெடுப்பான் (Mode selector) என்றால் என்ன?

6. பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டரில் உள்ள பேட்டர்ன்களைக் கூறு.

பகுதி இ

IV. கீழ்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. CROவின் வெளிப்புற அமைப்பை விளக்கு.

2. பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டரின் அமைப்பினை விளக்கு.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. ஒரு மல்டிமீட்டர் அமைப்பினை படத்துடன் விவரி.

2. ஒரு CRO வின் செயல்பாட்டினை படத்துடன் விவரி.

3. ஒரு சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் அமைப்பினை படத்துடன் விவரி.

விடைகள்

1 (இ) 2(ஆ) 3(இ) 4(ஈ) 5 (ஈ)

6 (ஈ) 7(அ) 8(ஆ) 9(ஆ) 10(ஈ)